

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**RIZICULTURA E POLUIÇÃO POR METAIS PESADOS
EM ÁGUAS DA BACIA DO RIO D'UNA - SC**

Lilian Jussara Lopes

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Utilização e Conservação dos Recursos Naturais

Florianópolis, novembro de 1998

"Rizicultura e Poluição por Metais Pesados em Águas da Bacia do Rio D'Una-SC.

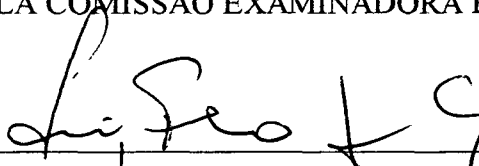
Lilian Jussara Lopes

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.

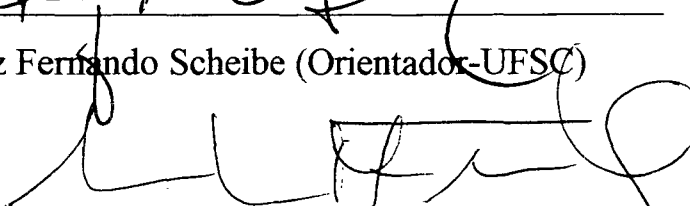


Prof.^a Dr.^a Leila Christina Duarte Dias
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geografia

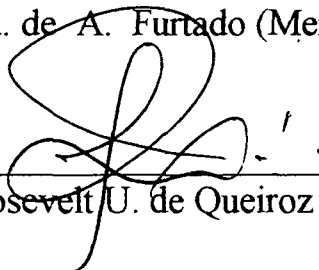
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 12/11/1998



Dr. Luiz Fernando Scheibe (Orientador-UFSC)



Dr.^a Sandra Ma. de A. Furtado (Membro-UFSC)



Dr. Roldão Roosevelt U. de Queiroz (Membro-UFSC)

Florianópolis - 1998

AGRADECIMENTOS

Um trabalho de mestrado não se faz sozinha. Ele requer a ajuda de uma grande equipe que auxilie nos mais diversos aspectos. Neste sentido o número de pessoas a agradecer é considerável e eu espero não esquecer ninguém neste momento.

A Deus.

Aos meus amados pais, Nilton e Olga, que sempre foram exemplo de dedicação, não medindo esforços para nos dar condições de estudar, afirmando que esta é a melhor herança.

Aos meus irmãos, Maria, Nancy, Eliane, Iara, Marcia, Ligia, Marcelo, Carla e Liliane, que seguraram mais esta comigo, reclamando muito da minha ausência, porém assumindo com carinho e boa vontade algumas de minhas tarefas.

Aos meus filhotes que ansiaram mais do que ninguém para a concretização deste, para poderem ter a mãe mais presente.

Ao Alceu pelo carinho e presença em momentos importantes.

Aos colegas de curso pelo tempo de convivência, trocas de experiências, cantorias ao final dos trabalhos de campo, caminhadas em meio a natureza.

Ao amigo Naum, um reencontro feliz e proveitoso.

Ao Aldo que sempre me fez acreditar que sou capaz.

À Socorrinho sempre tão carinhosa, exemplo de esforço e determinação.

À Edna, cujo incentivo e exemplo são dignos de serem exaltados.

Ao Zézinho meu querido gondoleiro do Rio D'Una.

À Helô que além de me acolher em sua casa num retiro prolongado para escrever este, foi mais do que amiga, segurando o desânimo, o mau-humor, o choro,

as preocupações, com toda a “cuca fresca” que lhe é peculiar, sem nunca perder o senso de responsabilidade.

Socorro, Edna, Zezinho e Helô pelo acompanhamento, também, nos trabalhos de campo, com sol, chuva, borrachudos, lama, canoas furadas, muros a serem pulados, banhos de cachoeira.

À Gisele Hadlich por colocar a minha disposição material a respeito do assunto pesquisado com tanto carinho.

À Jesus, sempre tão pronta em colaborar, pela ajuda na conferência geral e da bibliografia.

Ao orientador, Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe, pelo carinho com que pautou sua orientação buscando junto explicações para os resultados encontrados e a melhor maneira de estruturar a versão final deste.

À Profa. Dra. Sandra M. de Arruda Furtado por me auxiliar, desde o início deste, quando da disciplina “Seminários”, indicando o caminho possível para que eu pudesse alcançar o objetivo do trabalho. Agradeço, também, a intervenção junto ao Laboratório de Análises Química para a realização das análises da água, além do carinho que sempre recebeu minhas dúvidas ajudando a dirimi-las.

Ao Prof. Dr. Roldão Roosevelt U. de Queiroz pela realização das análises químicas, além da atenção quando das minhas interrogações.

Ao Prof. Ivo Sostisso, meu diretor preferido, pelo apoio e incentivo.

Aos demais mestres, Joel, Marcelo, Dolores, Gerusa, Margarete, Cupani, com os quais tive a oportunidade de enriquecer meus conhecimentos através de seus ensinamentos e orientações.

À Professora Leila Dias, coordenadora do Curso de Pós-Graduação.

À Marli, secretária da Pós-Graduação, por sua atenção e presteza no atendimento quando solicitada.

À CAPES pela concessão de bolsa.

Ao Governo do Estado de Santa Catarina pela concessão de licença para a dedicação exclusiva ao mestrado.

Aos amigos e colegas da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Integração ao MERCOSUL, Victor, Isa, Amiltom, Fernando Silva, Mário, Cláudio, Ademir, Pedrinho, Miriam, Manoel Salvador, Manoel Moreira, Edson Pozes pelo incentivo incondicional e muitos socorros prestados.

À CASAN, nas pessoas de Luiz Carlos e Sônia pelo apoio no fornecimentos de dados e bibliografias.

Ao Ministérios da Agricultura – Delegacia Regional, através da Eng^a Agr. Ivete.

À EPAGRI - Sérgio Westphal, Elísio Sgrott, Matias Boll, Rogério Topanotti, Horst, Takasi, pelas orientações, encaminhamentos e amostras de agrotóxicos para análises.

Ao Eng^o Agr. Antônio Odorizzi pelas amostras de alguns agrotóxicos além das orientações e informações a respeito dos mesmos.

Às pessoas que me ajudaram no campo explicando fatos a respeito da área, especialmente à Eliane e sua família, que foram o meu contato direto com o local, avisando-me sempre que ocorria um novo fato.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
SUMÁRIO	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GERAIS DA BACIA DO RIO D'UNA	9
3 - USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO D'UNA	18
3.1 – Mata.....	20
3.1.1 - Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	20
3.2 – Culturas Diversas	27
3.3 – Arroz.....	28
4 – O CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO EM SANTA CATARINA E NA BACIA do Rio D'Una	29
4.1 – Produção e produtividade.....	29
4.2 - Aspectos ambientais da cultura do arroz irrigado na Bacia do Rio D'Una	35
5 – AGROTÓXICOS, METAIS PESADOS E SAÚDE DAS POPULAÇÕES.	47
5.1 – Consequências ambientais da utilização de agrotóxicos.	47
5.2 - Os Metais Pesados e a Saúde	59
5.2.1- A atuação dos metais pesados sobre os organismos:	64
5.3 – Alternativas para a diminuição do uso de produtos químicos na agricultura.....	75

6 - AMOSTRAGEM, ANÁLISES QUÍMICAS E TEORES DE METAIS PESADOS NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO D'ÚNA	78
6.1 – Coleta das amostras da água superficial.....	78
6.2 – Análise Química e resultados	85
6.3 – Análise dos resultados	93
6.3.1 - O Ponto Branco	103
6.3.2 - Resultado das concentrações por elemento analisado	103
6.3.4 – Correlações entre os Metais Pesados analisados	109
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	127

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classes de uso do solo conforme interpretação das fotos aéreas de 1957, 1966, 1978 e da imagem de satélite LANDSAT TM-5, de 18 de maio de 1994.....	18
TABELA 2 - Evolução do cultivo do arroz irrigado.....	29
em Santa Catarina – 1978/79 a 1992/93.....	29
TABELA 3 – Médias Mensais Relativas à Temperatura e Precipitação – Estação de Laguna – Período de 1951 a 1970.....	32
TABELA 4 - Principais plantas daninhas infestantes da cultura de arroz em Santa Catarina.....	33
TABELA 5 – Principais doenças do arroz irrigado.....	39
TABELA 6 - Principais insetos pragas do arroz irrigado, inseticidas para controle, doses de ingredientes ativo (i.a.) por hectare, período de carência.....	39
TABELA 7 – Agrotóxicos mais utilizados na cultura de arroz irrigado, segundo EPAGRI, 1998:.....	40
TABELA 8 - Nomes comuns, comerciais, dose do produto comercial e época de aplicação dos herbicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado.....	41
TABELA 9 – Classificação das Águas Dôces, Segundo Resolução nº 20/86 do CONAMA.....	45
TABELA 10 – Toxidez que certos metais pesados têm sobre espécies de peixes marinhos e de água doce.....	63
TABELA 11 - Principais vantagens e desvantagens da prática da rizipiscicultura.....	77
TABELA 12 – Localização dos pontos de coleta de todas as épocas, com os dados de temperatura, pH e observações.....	81
TABELA 13 – Resultado da concentração de metais pesados analisados na água da Bacia do Rio D'Una com os totais para cada elemento e para cada ponto de amostragem - maio de 1997.....	87
TABELA 14 – Correlação das concentrações de metais pesados em águas da bacia do Rio D'Una - maio de 1997.....	88

TABELA 15 – Resultados da concentração de metais pesados analisados na água, solo e vegetação de alguns pontos da Bacia do Rio D'Una - novembro de 1997	89
TABELA 16 – Resultados da concentração de metais pesados analisados na água da Bacia do Rio D'Una com os totais para cada elemento e para cada ponto de amostragem - fevereiro / março de 1998. Nos pontos onde foram efetuadas mais de uma coleta, os dados se referem àquela que apresentou, no conjunto, os maiores valores de concentração.	90
TABELA 17 – Correlação das concentrações de metais pesados em águas da bacia do Rio D'Una - maio de 1997	91
TABELA 18 – Comparação dos resultados das análises químicas (ppm) das águas coletadas na Bacia do Rio D'Una - maio/97 - fevereiro / março/98	92
TABELA 19 - Padrões de Qualidade Ambiental – Água.....	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una	2
FIGURA 2 – Vista parcial da planície cultivada com arroz irrigado.....	4
FIGURA 3 – Mapa Hidrográfico da Bacia do Rio D'Una	10
FIGURA 4 – Mapa Topológico da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una.....	11
FIGURA 5 – Localização das comunidades existentes na Bacia Hidrográfica do Rio D'Una.....	12
FIGURA 6 – Vista aérea de parte do rio D'Una, onde se observa a ausência de mata ciliar.....	14
FIGURA 7 – Foto do Rio Araçatuba (retificado), onde se observa a ausência de mata ciliar.....	14
FIGURA 8 – Mapa de uso do solo de 1957	21
FIGURA 9 – Mapa de uso do solo de 1966	22
FIGURA 10 – Mapa de uso do solo de 1978	23
FIGURA 11 – Mapa de uso do solo de 1994	24
FIGURA 12 – Área dos municípios e do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro ocupados pela Bacia Hidrográfica do Rio D'Una	25
FIGURA 13 – Áreas sujeitas a inundação, atualmente utilizadas para o cultivo do arroz irrigado – Rio Araçatuba	28
FIGURA 14 – Médias Mensais de Temperatura – Estação de Laguna 1951 a 1970	33
FIGURA 15 – Médias Mensais de Precipitação - Estação de Laguna 1951 a 1970	33
FIGURA 16 – Mapa do Zoneamento Agrícola para a cultura do Arroz Irrigado	34
FIGURA 17 – Foz do Rio D'Una na Lagoa Mirim, onde se observa que a sedimentação progride sobre a lagoa, com a parte frontal tendendo a assumir a forma de um delta	36
FIGURA 18 – Foto mostrando a devolução da água das canchas de arroz para o Rio D'Una, por bombeamento.....	42
FIGURA 19 – Detalhe da foto anterior, mostrando a turbidez da água bombeada.....	42

FIGURA 20 – Foto da Estação de Captação de Água da CASAN, no Rio D'Una, para o abastecimento do Município de Imbituba.....	43
FIGURA 21 - Gráficos das vendas dos agrotóxicos no Brasil, número de intoxicações por pesticidas e número de óbitos no período de 1993 e 1997, segundo o SINITOX.....	49
FIGURA 22 – Doenças provocadas por agrotóxicos	53
FIGURA 23 – Porcentagens relativas à distribuição dos agrotóxicos no ambiente. Os processos envolvidos nessa distribuição condicionam a disponibilidade e, por consequência, a manifestação do caráter poluente dos produtos	55
FIGURA 24 - Organograma apresentando processos envolvidos no comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente.....	57
FIGURA 25 – Mapa com os pontos de coleta das amostras	80
FIGURA 26 – Foto do Rio D'Una (ponto X.1), com águas de aspecto turvo e presença de espuma.....	83
FIGURA 27 – Foto do Rio D'Una (ponto X.2), com águas de aspecto turvo e presença de espuma.....	83
FIGURA 28 – Foto do rio D'Una (ponto x.3), com águas de aspecto turvo e presença de espuma.....	84
FIGURA 29 - Concentração de metais pesados (ppm) dos pontos localizados ao longo do Rio D'Una desde o ponto 9 (branco) até o ponto 16 (Lagoa do Mirim) - maio/97	94
FIGURA 30 - Concentração de metais pesados (ppm) dos pontos localizados ao longo do Rio D'Una desde o ponto 9 (branco) até o ponto 16 (Lagoa do Mirim) - fev/mar/98	94
FIGURA 31 – Comparação da concentração de cobalto (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	95
FIGURA 32 – Comparação da concentração de níquel (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	96
FIGURA 33 – Comparação da concentração de cobre (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	97
FIGURA 34 – Comparação da concentração de zinco (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	98

FIGURA 35 – Comparação da concentração de arsênio (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	99
FIGURA 36 – Comparação da concentração de cádmio (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	100
FIGURA 37 – Comparação da concentração de tálio (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	101
FIGURA 38 – Comparação da concentração de chumbo (ppm) na Bacia do Rio D'Una - maio / 97 – fevereiro / março / 98	102

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o de determinar a existente de poluição por metais pesados e a sua possível relação com o cultivo de arroz irrigado, na Bacia Hidrográfica do Rio D'Una.

A Bacia do Rio D'Una, apesar das restrições de uso impostas pela legislação, tem grande parte de sua planície ocupada pela rizicultura, atividade que emprega vários produtos químicos, gerando conflito de uso com os pescadores do complexo lagunar (lagoas do Mirim, Imaruí e Santo Antônio), e com a população de Imbituba cujo abastecimento vem da captação de água no Rio D'Una.

Para alcançar o objetivo deste foi realizado levantamento do uso do solo na bacia, no período compreendido entre 1957 e 1994, com destaque para o cultivo de arroz irrigado, através da interpretação de fotografias aéreas e imagem de satélite, com controle de campo.

Paralelamente buscou-se informações sobre contaminação da água por metais pesados, através da coleta de amostras de água em vários pontos da bacia, para posterior análise química em laboratório.

Os resultados demonstraram que é possível apontar uma relação direta entre os teores de metais pesados observados e o cultivo do arroz, principalmente na época em que a água das canchas é devolvida aos cursos dos rios.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to verify the heavy metal pollution at the Rio D'Una Basin and its possible relation with the rice cultivation.

The Rio D'Una Basin despite the restrictions of the Brazilian legislation has a large part of the land used for rice cultivation an activity that demand huge amount of chemical products, generating conflicts with fishing communities of the Mirim, Imaruí and Santo Antônio lakes and also with the municipality of Imbituba that takes fresh water from the Rio D'Una for the consumption of the population.

To reach the objectives of the study, firstly was made a survey of the land use during the period of 1957 to 1994, giving importance to the irrigated areas for rice cultivation, using satellite imagery and airphotos with field control. At same time, samples of water, were taken at several points of the basin, related or not to the rice cultivation. These samples were submitted to chemical analyses searching for heavy metals.

The results shows that is possible to demonstrates direct relationship between the water high levels of heavy metais and the rice cultivation. This turn up especially during the time of return to the rivers of the water used to grows the rice.

“Os rios são nossos irmãos, eles saciam a nossa sede. Os rios transportam as nossas canoas e alimentam as nossas crianças. Se lhes vendermos nossa terra, vocês devem lembrar e ensinar às suas crianças que os rios são nossos irmãos, e seus também, e vocês devem, daqui em diante, dar aos rios a bondade que dariam a qualquer irmão.”

(Trecho do manifesto do Chefe SEATTLE ao Presidente dos Estados Unidos, Franklin Pierce, em 1855)



1 - INTRODUÇÃO

O Rio D'Una, principal afluente da parte norte da Lagoa do Mirim localizada no sudeste do Estado de Santa Catarina (figura 1), está classificado, pela Portaria Estadual nº 0024/79, como de Classe 1, o que equivale a classe especial da Resolução nº 20/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Apesar das restrições de uso impostas por essa classificação¹, a rizicultura, atividade desenvolvida em grande parte da planície da bacia do Rio D'Una (figura 2), utiliza vários produtos químicos, entre fertilizantes e agrotóxicos, em diversas etapas de seu cultivo. Este fato vem gerando conflito de uso com os pescadores do complexo lagunar (lagoas do Mirim, Imaruí e Santo Antônio), que afirmam que a pesca vem diminuindo devido à contaminação das águas pelos produtos citados. Além destes, encontra-se a população do Município de Imbituba, cujo abastecimento de água vem de captação, na localidade de Penhinha, no rio D'Una, a qual pelo menos uma vez, já teve que ser suspensa por haver dúvidas sobre sua qualidade. (anexo I).

Especialmente em função deste episódio, houve a abertura de processo judicial², ainda em tramitação, que comenta:

“O Rio D'Una constitui uma das principais fontes, senão a principal, para a renovação das águas que formam a Lagoa do Mirim – esta, integrante do Sistema Lagunar Sul Catarinense, o mais notável de nosso Estado – sendo de vital importância também para a atividade pesqueira que é desenvolvida na mencionada lagoa e que garante a subsistência de aproximadamente 15.000 famílias, segundo estimativa do órgão ambiental do estado: a Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio ambiente – FATMA”. (SANTA CATARINA, 1995: Fís. 07 e 08)

¹ “Nas águas de classe 1 não serão tolerados lançamentos de efluentes mesmo tratados” (Lei nº 14.250/81, art. 11)

² Ação Civil Pública no. 213/1995 - Comarca de Imbituba – Ministério Público do Estado de Santa Catarina versus rizicultores da Bacia do Rio D'Una e Fundação o Meio Ambiente - FATMA

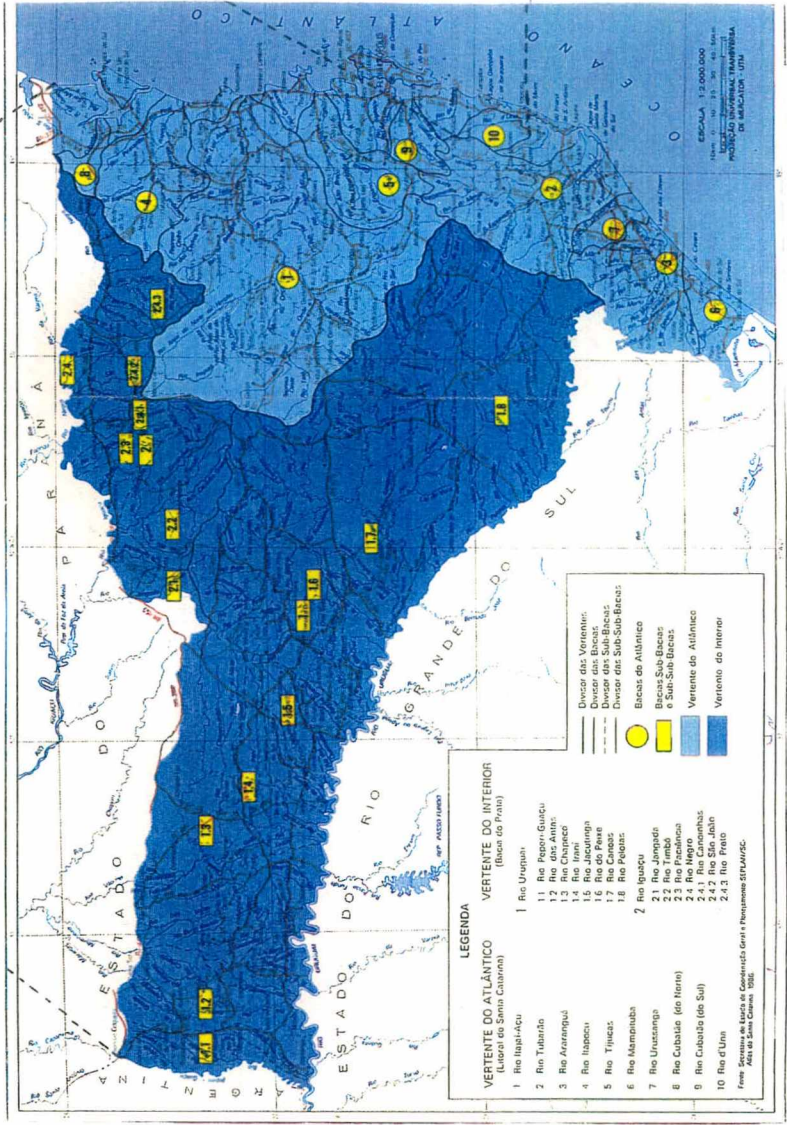
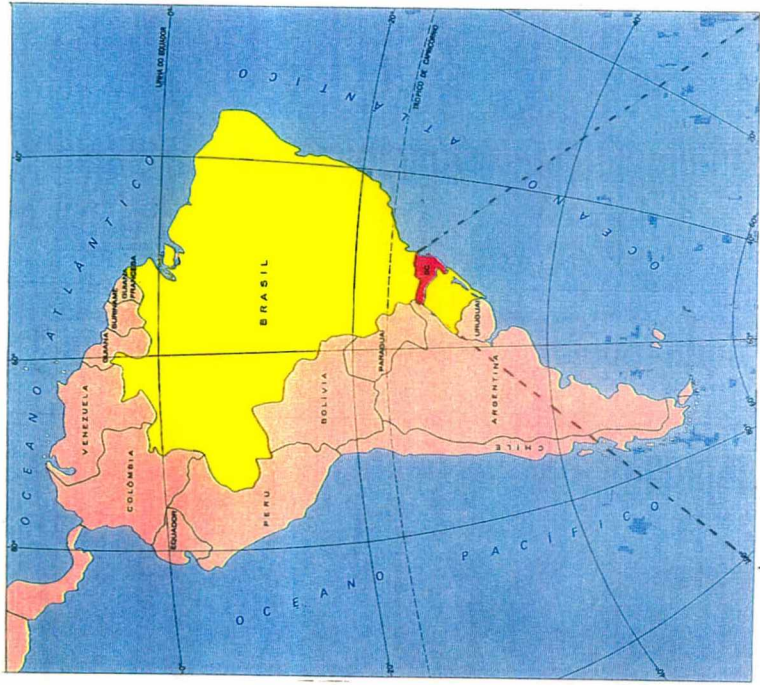
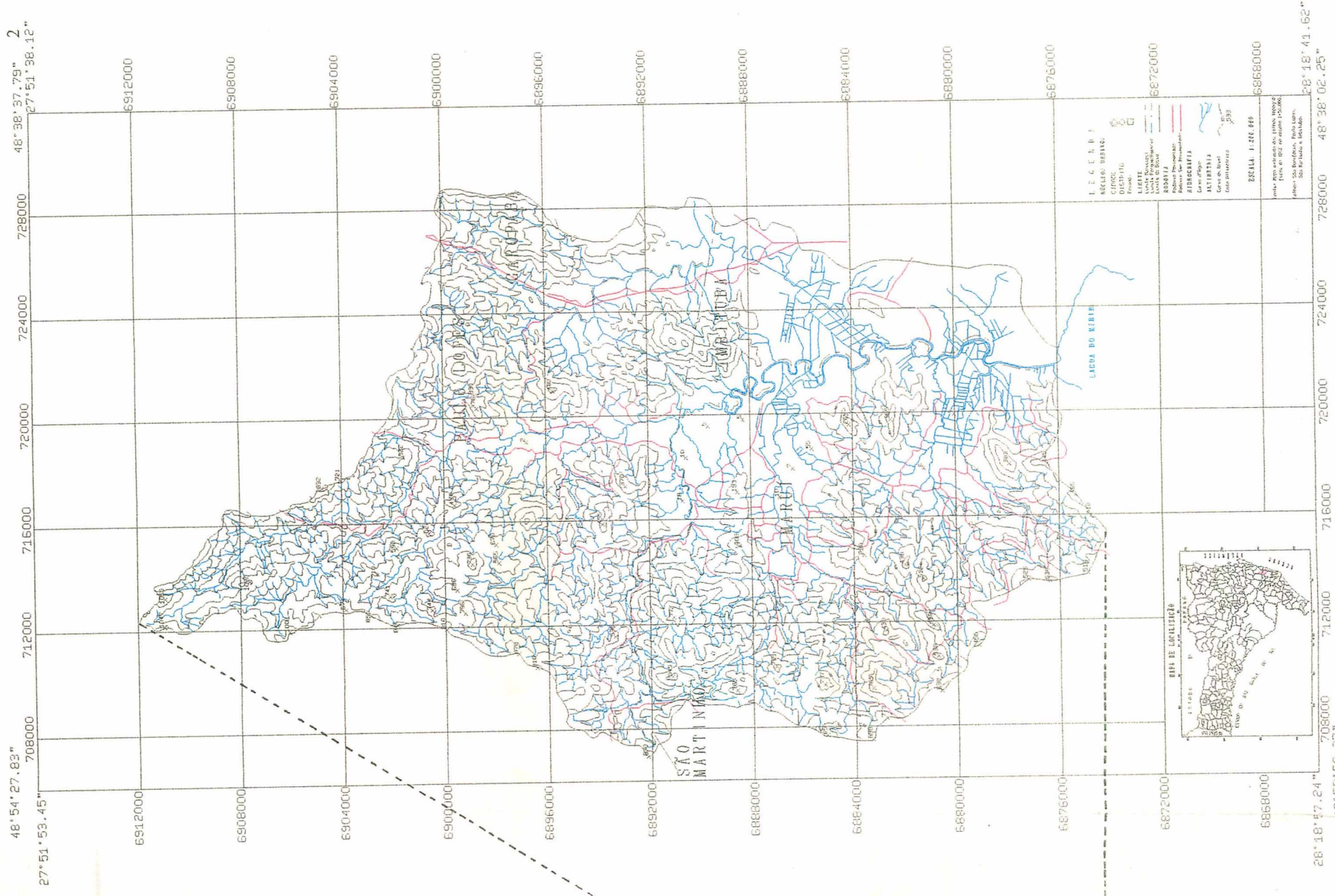
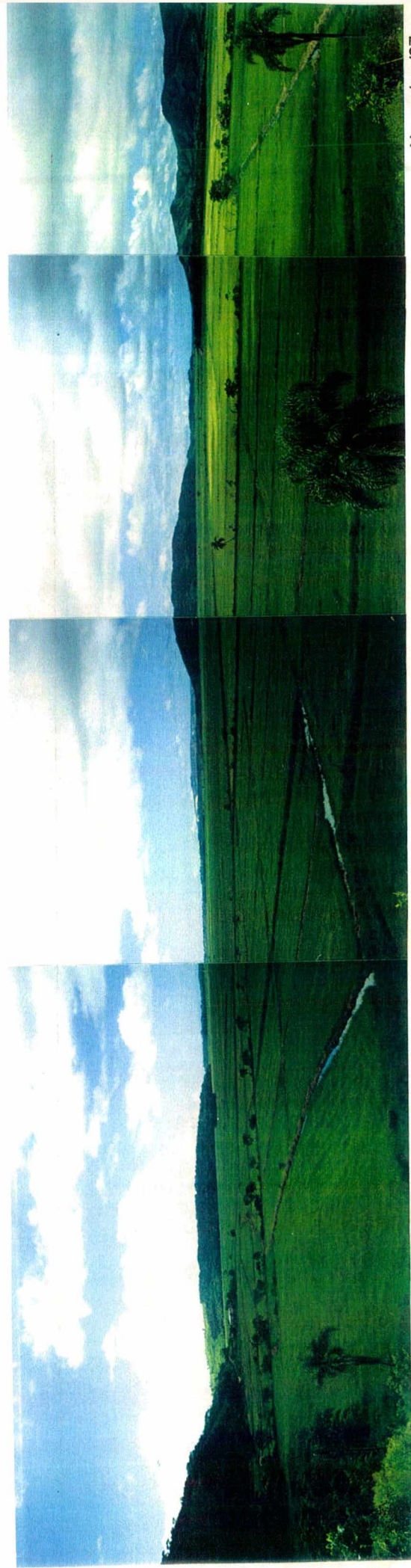


FIGURA 01 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una
(Adaptado de SANTA CATARINA, 1991:9/21)





Maio/97



Novembro/97

FIGURA 2 – Vista parcial da planície cultivada com arroz irrigado

A constatação da existência de conflitos de usos acima descritos foi, também, levantada pelos técnicos do Projeto Gerenciamento Costeiro³, durante a etapa de pesquisa sobre os problemas de cada município integrante do mesmo.

Além disso, um trabalho desenvolvido no Mestrado de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, na área da Estiva dos Pregos, nos municípios de Capivari de Baixo e Tubarão (FURTADO & SANTOS, 1994), apontou a presença de metais pesados em quantidade anômalas em área de cultivo de arroz.

O problema ocasionado pelo uso de produtos químicos na lavoura de arroz na área de estudo e próxima a ela vem sendo alvo de notícias em jornais (anexo 1). Dentre essas, foi citado no Processo nº 213/95 a notícia que diz: "Em 16 de maio de 1993 houve grande mortandade de peixes e forte odorese provenientes das águas da Lagoa do Mirim e do Rio D'Una", "... onde existiam, na época, aproximadamente, 5.400 ha de cultura de arroz irrigado, com produção média de 100 sacas/ha, pertencentes a 45 produtores..." (SANTA CATARINA, 1995:Fls.10 e 11).

"Segundo, ainda, o mesmo processo esses produtores de arroz utilizavam grande quantidade de produtos químicos",... "bem como, desrespeitavam a preservação de vegetação nativa na faixa mínima prevista em lei..." (SANTA CATARINA, 1995: Fls. 08)

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI, em resposta às afirmações contidas no processo acima citado, através de seus procuradores esclareceu, conforme fls. 552 a 559, que :

"não se pode dizer afirmativamente, que a atividade rizícola, em si, é poluidora."...não se pode atribuir aos plantadores de arroz, a responsabilidade pela existência, mesmo que em quantidades mínimas, de resíduos de agrotóxicos organoclorados. Isto por duas razões: uma porque sequer há no comércio, desde o início da década passada qualquer produto organoclorado. Em segundo lugar, porque quando utilizado, era em quantidade mínima e

³ Projeto desenvolvido pela Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul em Convênio com o Ministério do Meio Ambiente e Amazônia Legal, visando "orientar a utilização racional dos recursos da Zona Costeira..." (CARVALHO & RIZZO, 1994:16/17).

utilizado tão somente para o tratamento das sementes de arroz....para que os produtos organoclorados pudessem chegar até a Lagoa do Mirim ou Rio D'Una, somente seria possível com a erosão...a cultura do arroz utiliza o mínimo de agrotóxicos, mas os arrozeiros que seguem a orientação dos técnicos da EPAGRI não são capazes de gerar qualquer tipo de poluição por pesticidas...o assoreamento dos rios se dá com o arrastamento de partículas de solo pela água das chuvas. Tal fenômeno ocorre quando as fortes chuvas desabam sobre os solos recém-arados, ou removidos, situados em áreas de declividade e sem nenhuma proteção...a cultura do arroz irrigado, ao longo do rio D'Una, se dá em quadras totalmente niveladas, o que impede que as terras removidas sejam arrastadas para o mar...As várzeas situadas ao longo dos Rio D'Una, oferecem, até mesmo, certa proteção, porque acabam sendo depositárias de partículas de solos arrastadas pelas águas das chuvas provenientes de áreas onduladas...os efluentes das arrozeiras, quando conduzidas tecnicamente, não são portadores de quaisquer resíduos químicos. Tanto é verdade que, o próprio Autor, junta laudos e a própria Companhia de Águas e Saneamento - CASAN, esclarece:

Até o momento os resultados das análises não revelaram valores fora dos parâmetros estabelecidos pelas normas vigentes.

E complementa:

"O tratamento aplicado às águas do Rio D'Una é compatível com suas características, e consiste em coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção do pH, que é um dos mais complexos utilizados pela Companhia CASAN."

...As plantações de arroz são efetuadas em terrenos planos, e não são responsáveis pela erosão do solo... contudo, há uma proposta de preservar a largura de 30 metros, de forma gradativa, nos próximos três anos, fazendo com que, nas quadras ribeirinhas, deixem restabelecer a vegetação autóctone, como pretende o autor..."

Tendo em vista a polêmica criada e a importância do tema, existe a necessidade de apontar novos dados para entendimento das questões levantadas.

Para tanto, foram estabelecidos como objetivos principais deste trabalho:

- 1) Mapear a evolução da área de cultivo de arroz, no período de 1957 a 1994;
- 2) Buscar informações sobre indicadores de contaminação da água relacionada com a rizicultura.

Para atingir este segundo objetivo optou-se pela análise de metais pesados, pois a análise direta de princípios ativos de agrotóxicos envolve alto custo e técnicas específicas, não disponíveis nos laboratórios da Universidade Federal de Santa

Catarina - UFSC, pelo menos durante a realização desta pesquisa. A própria Companhia de Águas e Saneamento do Estado de Santa Catarina – CASAN - não dispõe de meios próprios para efetuar-las, sendo estas realizadas, quando indispensáveis, na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, ou na Companhia de Saneamento do Estado do Paraná - SANEPAR.

A importância do estudo da poluição dos recursos hídricos foi apresentada por LAGO (1978), que comentava: “os problemas ligados à diminuição da água abundantemente disponível serão mais proximamente identificados como decorrentes de alterações na qualidade das mesmas... em função de contaminações e poluições... e não pelo aumento bruto da demanda.”

É possível constatar que muitos impactos sobre o meio em que vivemos resultam das relações homem - natureza, bem como daquelas que decorrem da vida em sociedade, onde as pessoas se encontram divididas por interesses distintos e conflitantes. O homem vem criando e aperfeiçoando técnicas que permitem a apropriação da natureza, com o intuito de obter os meios necessários para sua subsistência e acumular riquezas. Esta apropriação tem sido, muitas vezes, realizada de forma predatória, extinguindo espécies vegetais e animais e colocando em risco o equilíbrio do planeta através da poluição da atmosfera, dos rios e oceanos e da degradação dos solos.

Dentre as diversas atividades antrópicas que provocam a alteração do meio ambiente, e por consequência aos recursos hídricos, cabe destacar a agricultura que quando desenvolvida sem os critérios necessários, como conservação dos solos e dos recursos hídricos, se transforma em agente degradador de grande potencial de todo um ecossistema. Um desses casos é o uso de agrotóxicos nas mais diversas lavouras,

cujas justificativas são a busca do controle de doenças e a diminuição na perda de safras causadas por pragas.

O uso de “defensivos agrícolas” vem causando conflitos entre as atividades desenvolvidas numa mesma área, sendo que uma delas acaba por prejudicar e até mesmo acabar com a prática de outras.

Segundo COIMBRA (1985):

“a água nasce pura”⁴ como as coisas da natureza. Se ela se tornar impura deverá ser recuperada, porque sua função primordial é alimentar a vida. Quem trata de recursos hídricos pensa nos aspectos quantitativo e qualitativo, dado que ambos são indispensáveis à qualidade-de-vida.[...] No caso da qualidade-de-vida interessam determinadas características especiais da água, entre elas, cor e turbidez, acidez ou alcalinidade, odor e sabor, dureza, componentes biológicos e compostos em solução.[...] Sob o ponto de vista físico-químico, com frequência detectam-se metais pesados, responsáveis por moléstias que tanto podem afetar o indivíduo quanto a sua posteridade. Enumeram-se casos de acumulação do elemento pernicioso no organismo e sua tramitação através da cadeia alimentar, que vem de um peixe ingerido e pode transitar para os descendentes.[...] Sob o ponto de vista biológico, há doenças endêmicas e epidêmicas de veiculação hídrica. [...] Os pesticidas, usados em larga escala na agricultura..., são carreados para os corpos d’água provocando desastres não só na fauna e flora aquáticas como também na saúde humana, com danosas conseqüências.” (p.57)

Adotou-se como área de estudo a Bacia Hidrográfica pois esta é considerada, pela Lei Federal de Política Agrícola (Lei nº 8.171/91), “uma unidade básica para o planejamento do uso, da conservação e recuperação dos recursos naturais” (MACHADO, 1995:62). Além disso a lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu art. 1º, item V diz que: “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;”

A localização e os aspectos de caracterização geral da bacia hidrográfica em estudo, são apresentadas no capítulo 2.

⁴ Entende-se que o autor usa o termo “pura” referindo-se à ausência de recepção dos mais diversos efluentes, ou seja, livre dos efeitos provenientes da ação antrópica.

Segue-se no capítulo 3, uma análise multitemporal do uso do solo, cujo alvo principal é a área destinada ao cultivo do arroz; esse estudo do uso do solo foi realizado porque, para avaliar a qualidade das águas de uma bacia, é importante conhecer o uso conferido a ela como um todo, identificando as modificações ocorridas. Para tanto, os meios sequenciais, ou seja, as técnicas de sensoriamento remoto, contribuem em grande medida, sendo necessário o acompanhamento por trabalho de campo para a confirmação ou não dos dados.

As características, do uso com o arroz irrigado, são melhor detalhadas no capítulo 4, que trata da produção e produtividade do arroz na área, ao longo dos anos de que se dispõe de dados, bem como das prováveis conseqüências ambientais do manejo empregado.

O capítulo 5 é um estudo sobre os agrotóxicos e metais pesados, suas conseqüências à saúde das populações e ao meio ambiente, além de dados sobre alternativas para a diminuição do uso destes produtos na agricultura.

Os procedimentos para a coleta de amostras de água e as respectivas análises químicas bem como os seus resultados, estão apresentados, através de tabelas, gráficos e comentários, no capítulo 6.

No capítulo 7 são feitas algumas considerações sobre os resultados obtidos e a sua relação com os problemas levantados inicialmente.

2 - LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GERAIS DA BACIA DO RIO D'UNA

A Bacia Hidrográfica do Rio D'Una (Figura 3), possui uma área de 481,55 km², compreendendo o extremo sul do Município de Paulo Lopes, o oeste do município de Garopaba, o leste do município de São Martinho e o norte dos municípios de Imaruí e Imbituba.

Observando as folhas topográficas nota-se que esta bacia desenvolve-se paralelamente à linha de costa, com direção geral N-S. Seu formato é, aproximadamente, retangular, e tem como divisor de águas, a oeste, o embasamento cristalino compreendido pela Serras do Capivari, Capivaras e Santa Albertina. A leste encontram-se os terrenos sedimentares recentes e a Serra de Paulo Lopes, também do embasamento cristalino.

A rede hidrográfica desta bacia desenvolve-se assimetricamente em relação ao rio principal. A vertente do ocidente é responsável pela maior parte da rede fluvial do rio principal.

O curso principal, denominado Rio D'Una, nasce na Serra do Capivari a 940 m de altitude, em área de preservação permanente (Parque Estadual da Serra do Tabuleiro), no município de Paulo Lopes, com a denominação de rio Espraiado. Corre de NW para SE aproveitando uma linha de falha sobre rochas do Pré-Cambriano, seguindo o sentido sul na altura da localidade de Espraiado, indo desaguar na Lagoa do Mirim, percorrendo uma extensão de cerca de 56 km. (Figura 4)

Ao longo do Rio D'Una, localizam-se pequenas comunidades, tais como Espraiado, Rio Chicão, Penha e Cova Triste no município de Paulo Lopes; Rio D'Una (Distrito), Águas Mornas e Riacho Ana Matias, no município de Imaruí; Ressacada, no município de Garopaba; Alto Penha, Sambaqui e Araçatuba, no município de Imbituba (figura 5). Estas localidades apresentam poucos habitantes, não sendo verificada,

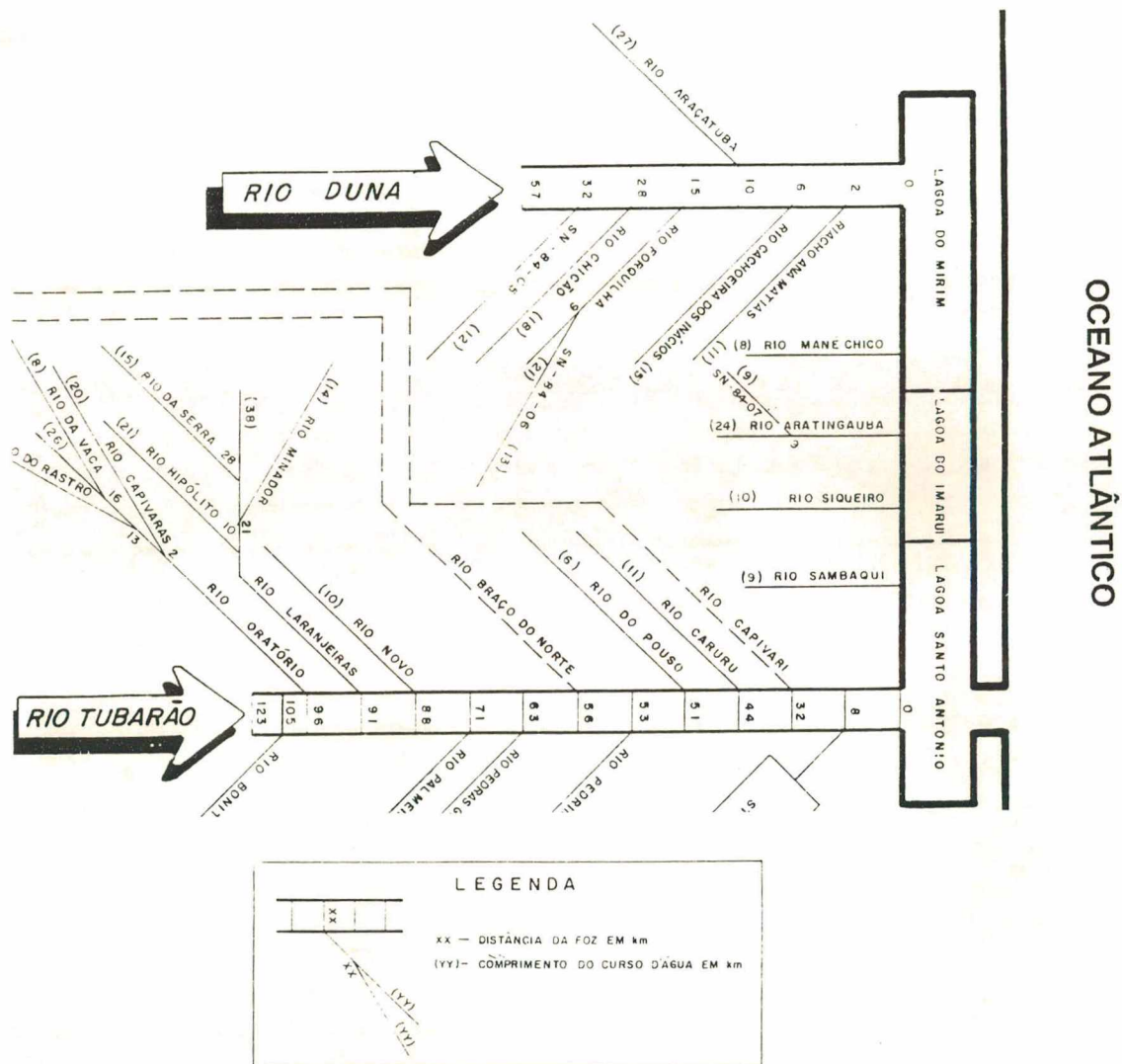


FIGURA 4 – Mapa Topológico da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una
(SANTA CATARINA, 1997b:133)

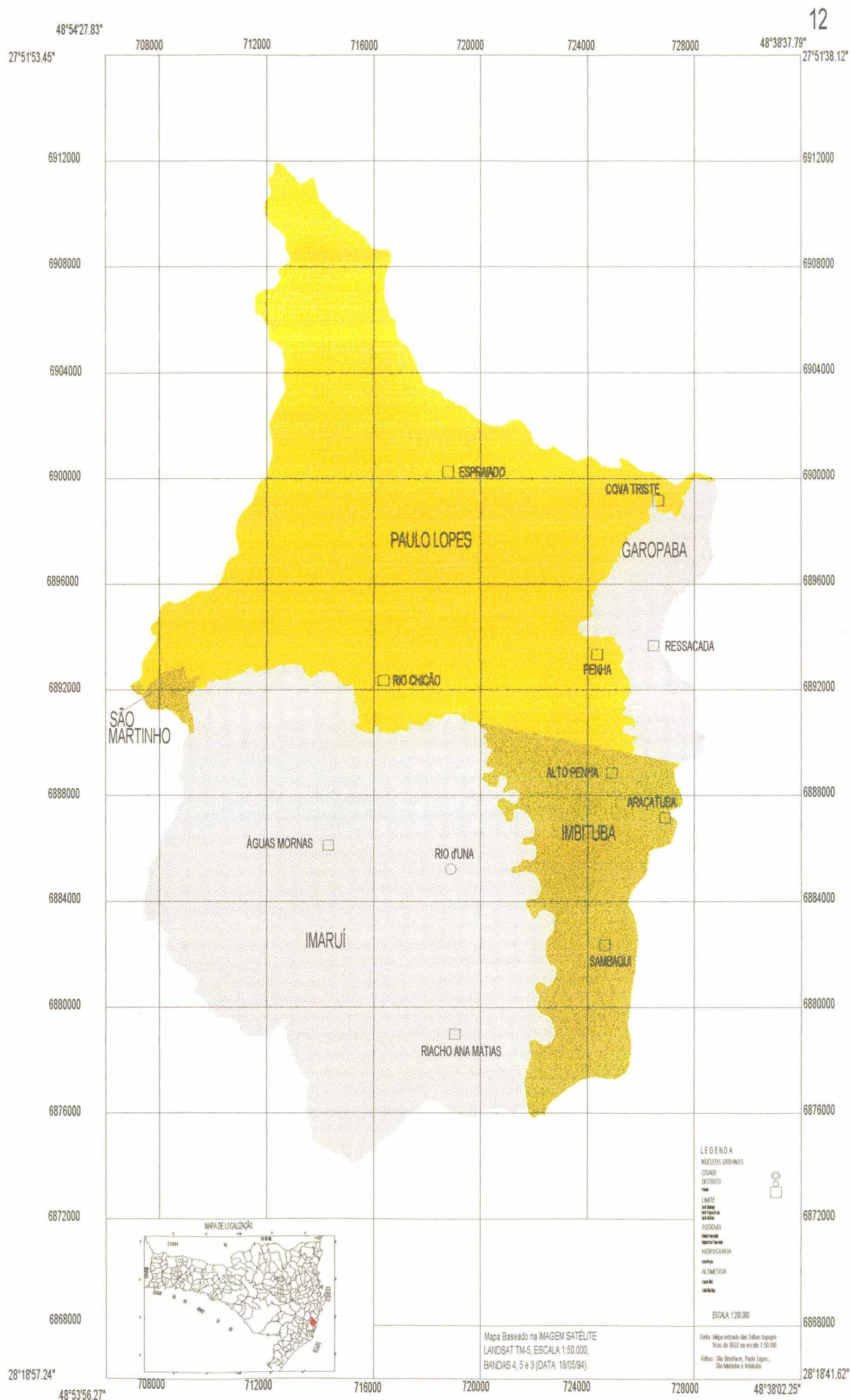


FIGURA 5 - Localização das comunidades existentes na Bacia Hidrográfica do Rio D'Una

durante os trabalhos de campo realizados, qualquer atividade industrial que possa comprometer a qualidade das águas da bacia.

A paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una se caracteriza, pela presença de duas unidades geomorfológicas distintas: Serras do Leste Catarinense e Planícies Litorâneas. Na unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense ocorrem as formas de relevo mais elevadas e dissecadas, apresentando vertentes íngremes, com linhas de cristas e segmentos de vales encaixados em antigas linhas de falhas. (SANTA CATARINA, 1986)

A relativa estabilidade atual das Serras do Leste Catarinense vem permitindo o desenvolvimento de solos maduros, como os podzólicos e, em áreas com condições mais adversas, os cambissolos e os solos litólicos. (SANTA CATARINA, 1986)

A vegetação nas serras era constituída pela Floresta Ombrófila Densa ("Mata Atlântica"), com fisionomia e estrutura peculiares, grande variedade de formas de vida e elevado contingente de espécies endêmicas. Esta cobertura vegetal, em alguns pontos da área de estudo, foi sendo substituída por atividades agrícolas. (SANTA CATARINA, 1986)

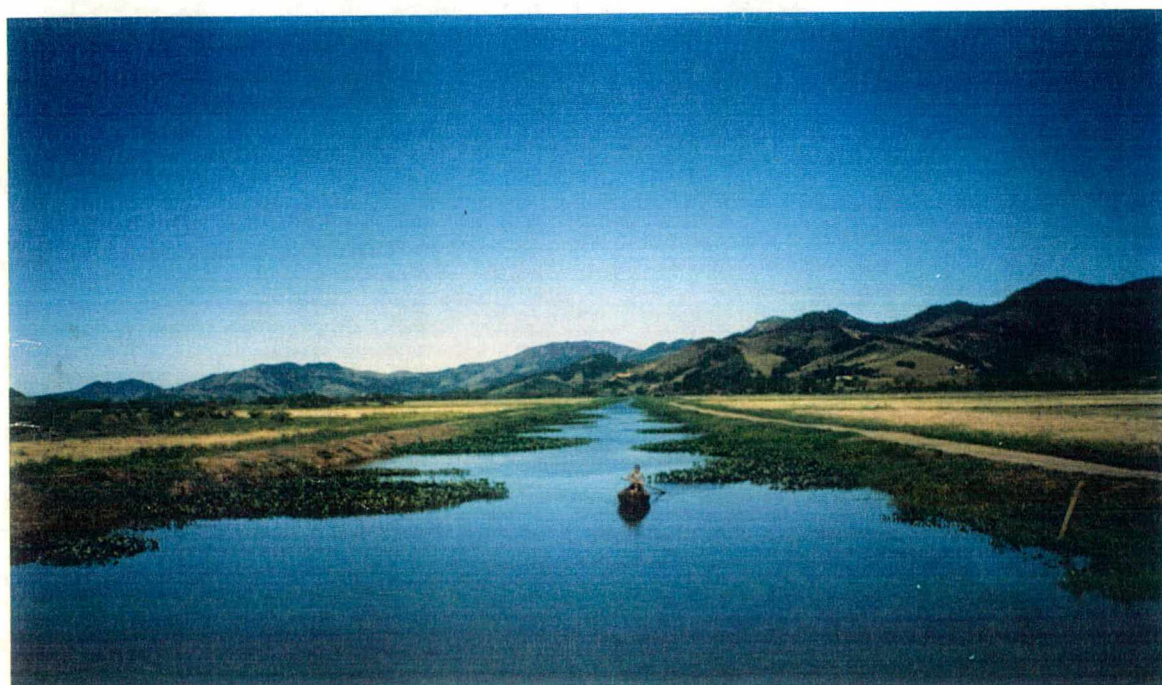
A unidade geomorfológica Planícies Litorâneas caracteriza-se por apresentar aspectos morfológicos diversificados, devido à atuação de processos erosivos e deposicionais. O ambiente fluvial se caracteriza pelo modelado planície fluvial. Esta é constituída por sedimentos areno-siltico-argilosos, e, onde os sedimentos são mais finos e o lençol freático está mais próximo da superfície, se desenvolve um solo do tipo glei.

A vegetação original nessa unidade, era formada por espécies herbáceas e da Mata Atlântica, sendo substituída por pastagens e cultivos, não sendo observada, atualmente a presença de mata ciliar no médio e baixo curso dos principais rios que compõem a bacia (figura 6 e 7).



Fotografia: Victor P. LUZ - Maio/1996

FIGURA 6 – Vista aérea de parte do rio D'Una, onde se observa a ausência de mata ciliar



Maio/1997

FIGURA 7 – Foto do Rio Araçatuba (retificado), onde se observa a ausência de mata ciliar

Já o ambiente lagunar, das planícies litorâneas, está representado na área pelos modelados Planície Lagunar e Terraço Lagunar. A Planície Lagunar se constitui em uma superfície plana resultante da colmatção de antigas lagunas costeiras por sedimentos areno-siltico-argilosos depositados por ação marinha, eólica e fluvial, enquanto os terraços lagunares são formas de erosão geradas pela mudança do nível da água nas lagunas. O lençol freático encontra-se próximo à superfície e eventualmente alguns pontos desta planície tornam-se alagados. Devido às condições ambientais desta área, desenvolve-se um solo do tipo glei. Nos terraços lagunares, pode se desenvolver um solo do tipo areias quartzosas, o qual é profundo, excessivamente drenado, com baixa fertilidade e coesão natural. A vegetação de restinga era a vegetação original deste ambiente, sendo substituída em alguns pontos, por cultivo/pastagens. (SANTA CATARINA, 1986)

São Martinho e Garopaba são os municípios que possuem menor área inserida na bacia (2,68 km² e 26,22 km², respectivamente). Paulo Lopes ocupa 202,97 Km² da bacia, e grande parte desses são área do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Estes três municípios ocupam as parcelas de maior declividade da bacia, não havendo, portanto, produção de arroz no território incluso na área de estudo.

São os municípios de Imaruí (192,86 km² na área da bacia) e Imbituba (com 56,81 km²) que contêm as maiores áreas cultivadas com arroz, principalmente no vale do rio D'Una e de seu principal afluente da margem esquerda, o rio Araçatuba.

Em 1991, segundo o Anuário Estatístico de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1995b), foram produzidas 7.820 toneladas de arroz em Imaruí, o que lhe conferiu o terceiro lugar dentro da microrregião de Laguna⁵, podendo-se constatar em campo que esta produção se dá, principalmente, na área de estudo.

⁵ A Microrregião de Laguna é composta pelos municípios de Jaguaruna, Sangão, Laguna, Imaruí, Imbituba, São Martinho e Garopaba.

O município de Imbituba também tem sua produção de arroz, em grande parte, proveniente da bacia em estudo, ou seja, do vale do rio Araçatuba. Pelos dados do Anuário Estatístico de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1995b) foram produzidas, em 1991, 6.175 toneladas de arroz neste município.

Através dos dados de 1991, obtidos junto ao IBGE (Rio de Janeiro), referentes aos setores censitários, calculou-se a população aproximada da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una.

Os setores que se encontram na área de estudo são:

Setor 1 – Distrito 10 – Rio D'Una – Imarui = 205

Setor 2 – Distrito 10 – Rio D'Una – Imarui = 336

Setor 3 – Distrito 10 – Rio D'Una – Imarui = 341(parte)*

Setor 4 – Distrito 10 – Rio D'Una – Imarui = 588

Setor 5 – Distrito 10 – Rio D'Una – Imarui = 411

1.881 habitantes

Setor 4 – Distrito 5 – Paulo Lopes – Paulo Lopes = 669

Setor 5 – Distrito 5 – Paulo Lopes – Paulo Lopes = 619

1.288 habitantes

Setor 2 – Distrito 10 – Mirim – Imbituba = 716 (parte)*

Setor 3 – Distrito 10 – Mirim – Imbituba = 749 (parte)*

Setor 9 – Distrito 10 – Mirim – Imbituba = 596 (parte)*

Setor 10 – Distrito 10 – Mirim – Imbituba = 673

Setor 11 – Distrito 10 – Mirim – Imbituba = 723

3.457 habitantes

* Foram considerados 50% dos dados da população, uma vez que somente uma parte destes setores censitário encontram-se dentro da bacia estudada.

Somando os setores acima especificados chegou-se a uma população de 6.626 habitantes, o que representa uma densidade demográfica de 13,76 hab/km², considerando como área total da bacia aquela calculada a partir das folhas topográficas após a digitalização, ou seja, 481,55 km².

3 - USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO D'UNA

Para caracterizar o uso do solo na Bacia em estudo foram realizadas interpretações em fotografias aéreas de 1956, 1966, 1978 e em imagem de satélite de 1994, com controle de campo. Inicialmente, foram estabelecidas as principais classes de uso na área, tendo em vista a finalidade do presente trabalho. A área ocupada por cada uma das classes, é apresentada na tabela 1:

TABELA 1 - classes de uso do solo conforme interpretação das fotos aéreas de 1957, 1966, 1978 e da imagem de satélite landsat tm-5, de 18 de maio de 1994.

CLASSES DE USO	ÁREA OCUPADA (Km ²)							
	1957	(%)	1966	(%)	1978	(%)	1994	(%)
Mata	280,72	58,29	246,55	51,20	237,17	49,26	318,03	66,04
Culturas diversas	180,70	37,53	205,06	42,59	198,29	41,17	117,32	24,36
Arroz	15,70	3,26	19,33	4,01	36,28	7,54	46,20	9,60
Área alagada	4,43	0,92	10,61	2,20	9,81	2,03	-	-
Total	481,55	100	481,55	100	481,55	100	481,55	100

Para a obtenção dos dados acima, primeiramente, foi realizada a seleção de 138 fotografias aéreas, sendo 84 do ano de 1957 (nos. 186 a 194, 202 a 210, 494 a 501, 511 a 523, 4626 a 4634, 582 a 586, 595 a 605, 658 a 669, 1144 a 1148, e 1161 a 1163), obtidas através do voo realizado pelo Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul, na escala aproximada de 1:25.000; 22 do ano de 1966 (nos. 51050 a 51053, 13687 a 13690, 24469 a 24474, 24529 a 24533, e 20046 a 20048), obtidas através do voo realizado pelo Ministério do Exército, na escala aproximada de 1:60.000 e 32 do ano de 1978 (24375 a 24377, 25258 a 25263, 24416 a 24418, 25518 a 25520, 25148 a 25154, 24497 a 24503, e 24532 a 24534), também da Aerofoto Cruzeiro do Sul, na escala aproximada de 1:45.000.

Para o processo de interpretação das fotografias aéreas foram utilizados o estereoscópio de espelho, mesa de luz, overlays, e lápis dermatográficos coloridos.

A imagem de satélite da área (LANDSAT TM-5) foi selecionada a partir de CD-Rom, através do software da PCI (EASI/PACE). Esta imagem foi gerada no dia 18 de maio de 1994 e foi plotada na escala 1:50.000, nas bandas 4,5 e 3. A plotagem da mesma se deu num ploter Hp 650 - Jato de tinta.

A fotointerpretação foi feita através de visão estereoscópica (no caso das fotografias aéreas), com base nos elementos convencionais de reconhecimento como: tonalidade, textura, forma e sombra, além dos imprescindíveis trabalhos de campo para a verificação das áreas ocupadas por cada classe de uso.

Os resultados destas interpretações foram digitalizados pelo operador Pedro Agripino Sagas, na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Integração ao MERCOSUL. Para procedimento desta etapa, onde os resultados do uso do solo de cada época encontravam-se em escalas diferentes, foram georeferenciados à mesa digitalizadora pontos comuns nos mapas de todas as épocas, como foz de rios, cruzamentos de estradas.

Na digitalização dos mapas de uso do solo resultantes da interpretação e de trabalho de campo, foram utilizadas as folhas topográficas de São Bonifácio (SG-22-Z-D-V-3), Paulo Lopes (SC-22-Z-D-V-4), São Martinho (SH-22-X-B-II-1) e Imbituba (SH-22-X-B-II-2), editadas pelo Departamento de Cartografia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na escala 1:50.000, nos anos de 1974, 1983 e as duas últimas em 1976, respectivamente.

O equipamento utilizado nesta etapa foi uma Estação Gráfica, composta por um microcomputador Pentium 90, mesa digitalizadora Digigraf, formato A1. A digitalização foi feita no Sistema MAXICAD, de tecnologia nacional, indicado para trabalhos cartográficos.

Após a digitalização do uso do solo, foram fechados os polígonos de cada uso, e então calculada a área de cada classe. Cada conjunto de dados, tanto da base

cartográfica (extraída das folhas topográficas) como os dados obtidos pela interpretação estão armazenados em níveis diferentes, o que possibilita a geração de mapas com cada um dos temas independentemente, ou superpostos, com arranjos diferenciados, conforme a necessidade de cada objetivo.

Os mapas resultantes da digitalização (figuras 8, 9, 10 e 11) foram gerados através de um plotter HP Design Jet 650 C.

3.1 – Mata

Observando os dados da tabela 1, resultante dos mapas de uso do solo obtidos pela interpretação das fotos aéreas de 1957, 1966 e 1978, e da imagem de satélite de 1994, percebe-se que a área de mata sofreu um decréscimo de 36,17 km² (7,09%) de 1957 a 1966; e 9,38 km² (1,94%) de 1966 a 1978. Já de 1978 para 1994 houve um acréscimo de 80,86 km² (16,78%). Incluída nesta área de mata está parte do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

3.1.1 - Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

A parte oeste da bacia compreende a porção sudeste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, ocupando 170.30 km² (35,36%) (figura 12).

Este Parque, segundo a Fundação do Meio Ambiente – FATMA (s.d.), é a maior e mais importante unidade de conservação do Estado de Santa Catarina. Foi criado em 1º. de novembro de 1975 pelo Decreto nº 1.260. Possui uma área de 87.405 hectares (quase 1% do Estado). Abrange parte dos municípios de Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí, Garopaba e Paulo Lopes.

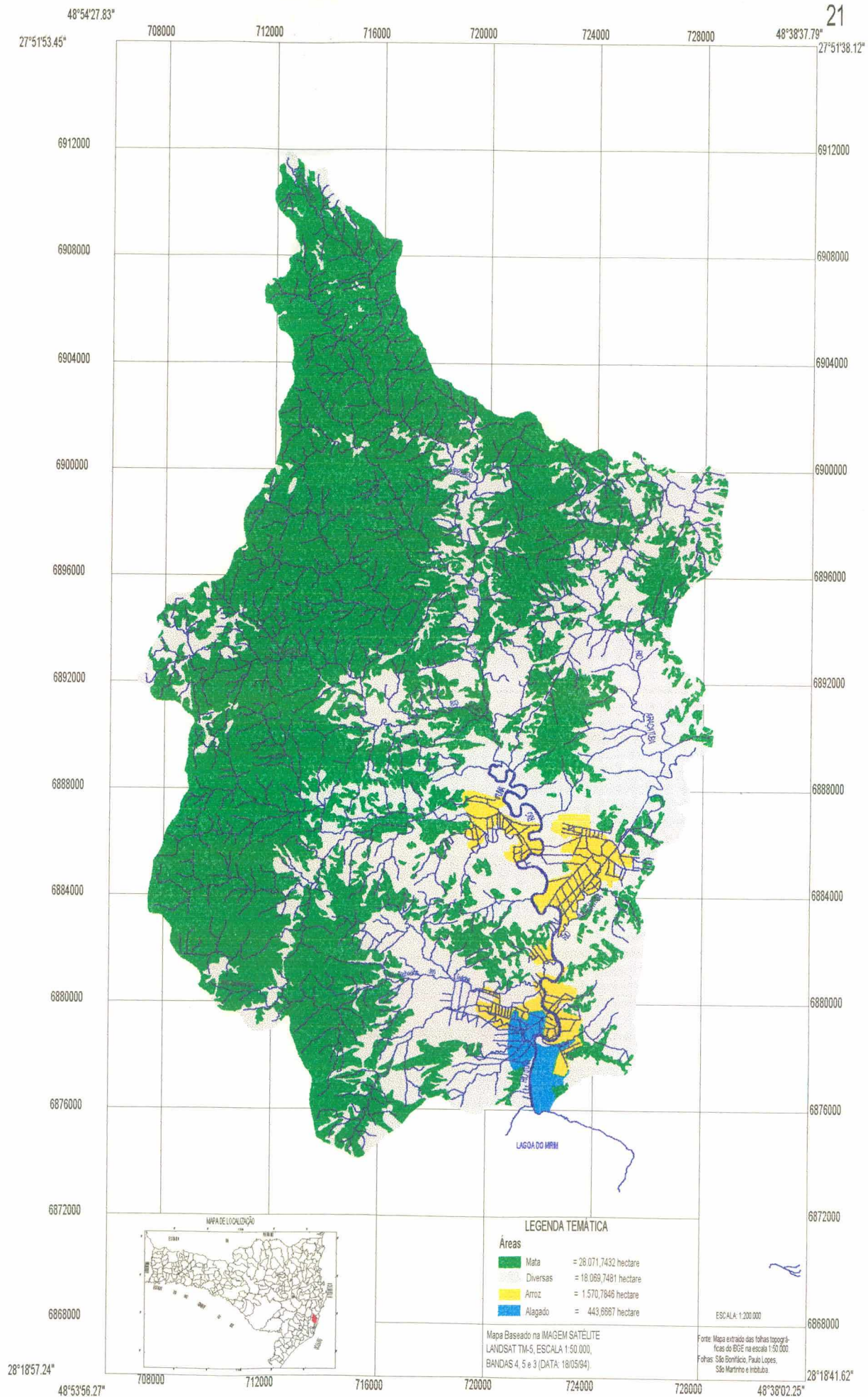


FIGURA 8 - Mapa de Uso do Solo de 1957

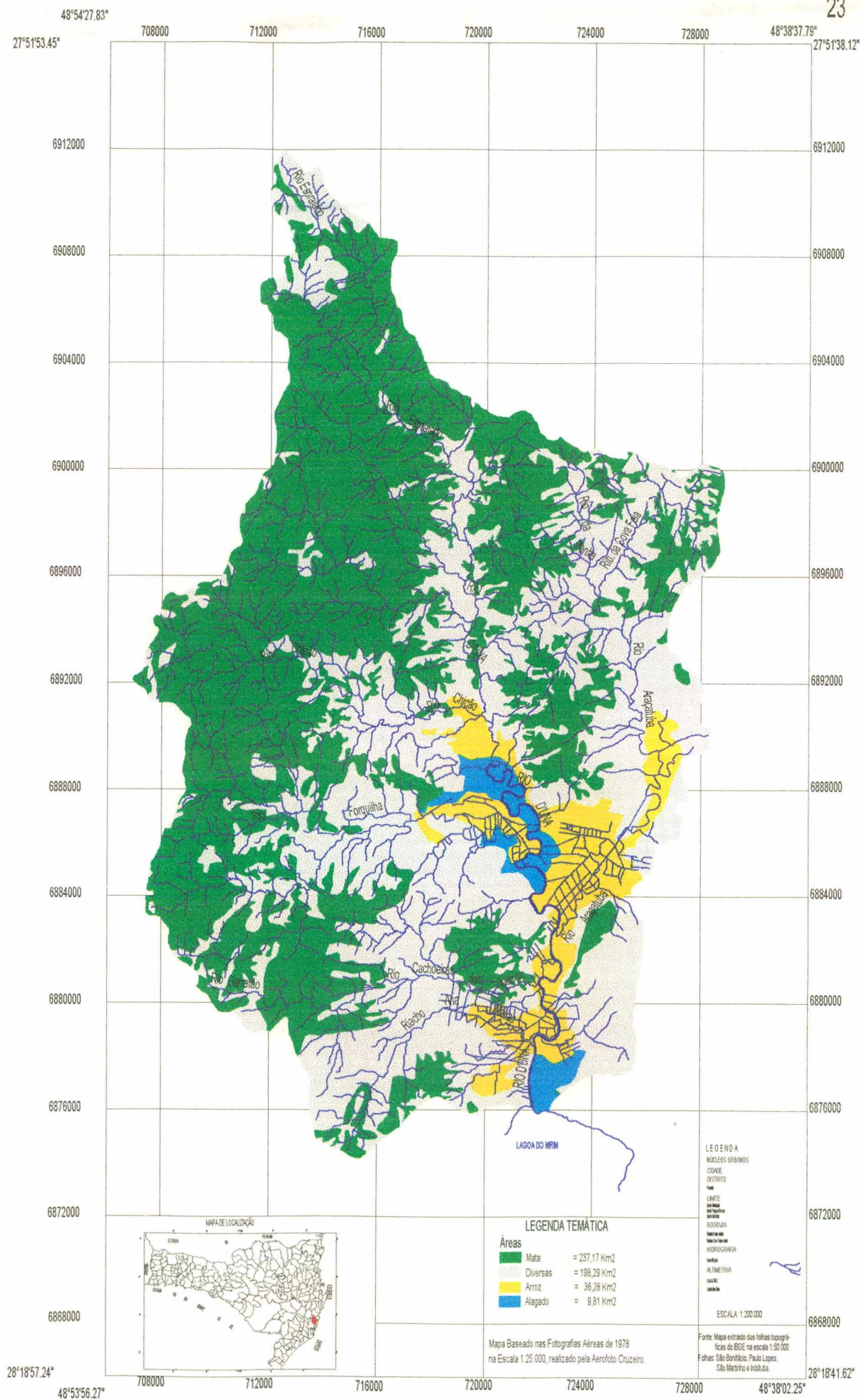


FIGURA 10 - Mapa de Uso do Solo de 1978

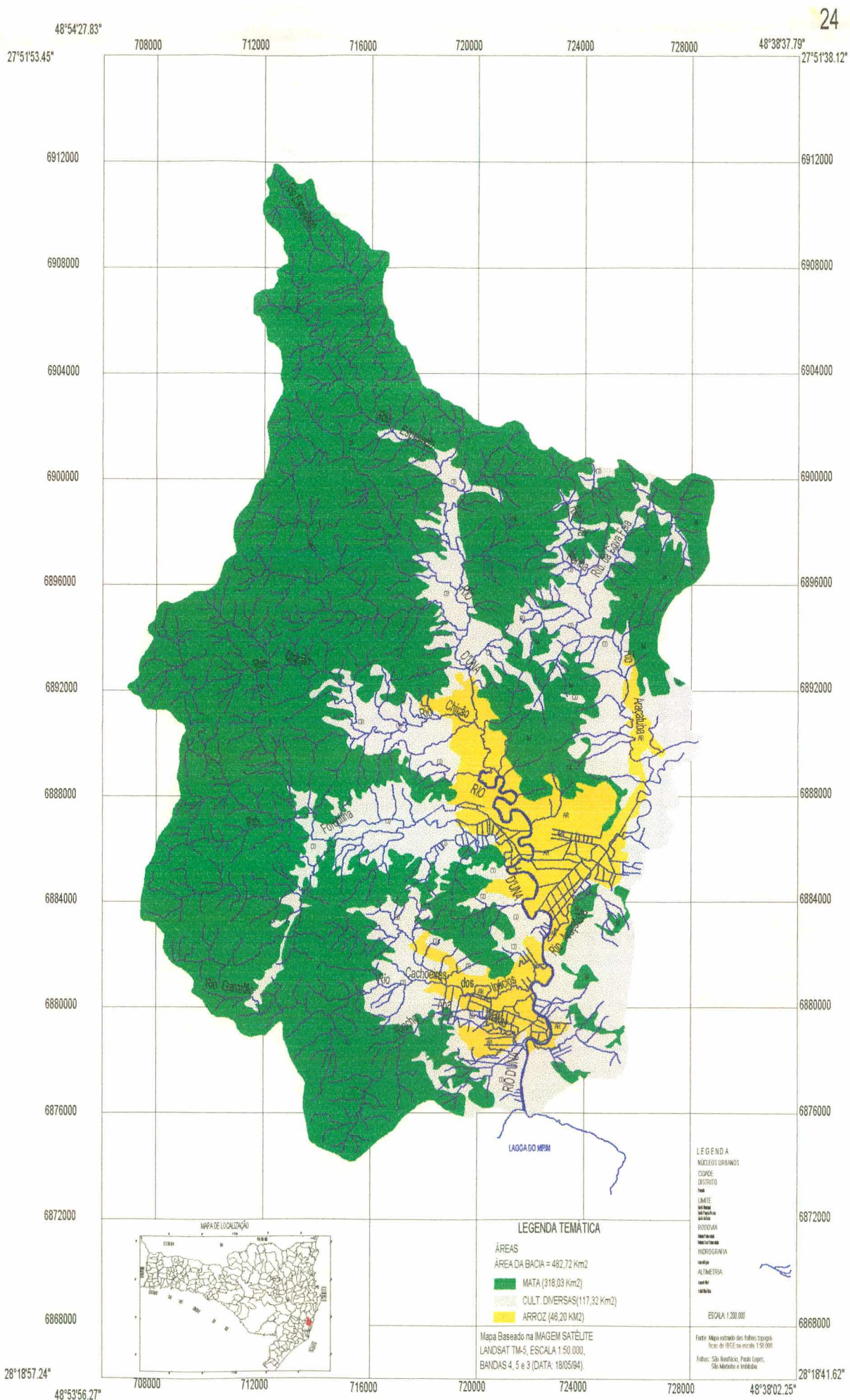
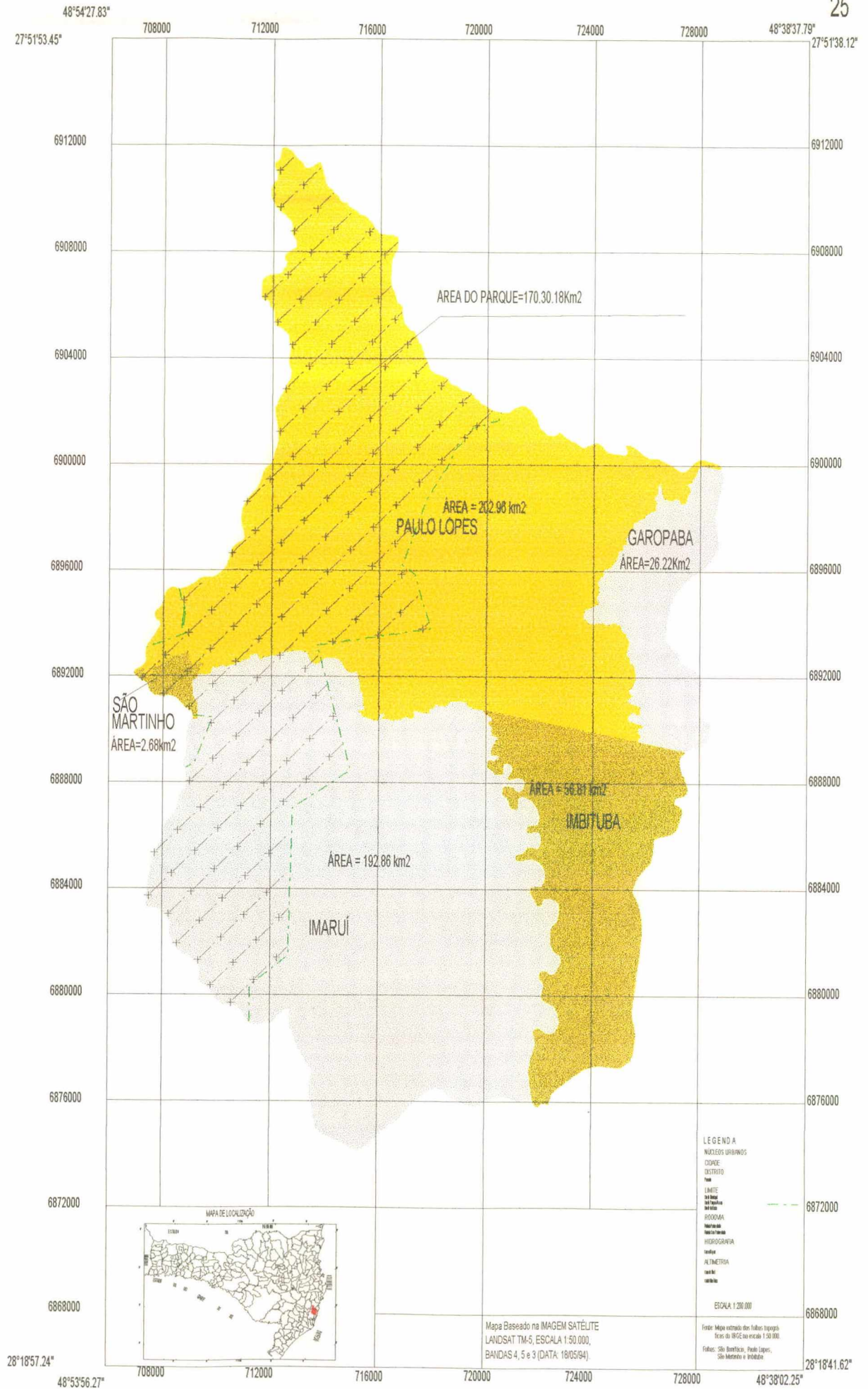


FIGURA 11 - Mapa de Uso do Solo de 1994



Dentro do parque encontra-se uma diversidade de ambientes, onde é possível observar áreas de restinga, serra, planalto, Mata dos Pinhais, Floresta Pluvial da Encosta Atlântica, vegetação da Matinha Nebular e os Campos de Altitude. A presença de tantos tipos vegetais fornece o habitat natural de muitas aves, mamíferos e peixes.

É neste parque que nasce o Rio D'Una, onde é captada a água que abastece a cidade de Imbituba.

Observando a evolução do uso da área, que hoje compreende o Parque, verifica-se que até 1978 houve uma gradativa diminuição de sua área de mata.

Em 1956 a vegetação ainda se encontrava preservada, porém nas fotos de 1978, observa-se áreas desmatadas.

Após a transformação da área em parque estas áreas passaram por um processo de regeneração, observado no levantamento do uso do solo efetuado a partir da imagem de satélite de 1994.

Segundo os moradores, este fato ocorreu devido à criação do Parque, em que a fiscalização, principalmente nos últimos anos, tem sido efetuada tanto por parte da FATMA, quanto do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis - IBAMA.

GAMA (1998) comenta que os primeiros três anos que se seguiram à criação do Parque foram marcados por uma "ofensiva antrópica", e que segundo relato de técnicos da FATMA, de madeireiras e moradores da área do Parque, nunca se explorou tanto e de forma tão agressiva a região. Os maiores estragos partiram dos exploradores mais equipados, que praticamente saquearam a floresta, explorando-a até onde suas poderosas máquinas puderam chegar. O que era de interesse econômico foi carregado, e as demais árvores que não eram poupadas, ficavam abandonadas como testemunhas desta devastação. Enquanto algumas espécies o

tempo se encarregou de recompor e regenerar, outras não tiveram a mesma oportunidade.

A localidade de Espraiado é um exemplo de que o Parque está mais protegido, pois nesta residiam, 10 anos atrás, segundo moradores, aproximadamente 100 famílias, que trabalhavam para as madeireiras na extração de madeira. Hoje a mesma comunidade conta com cerca de 10 famílias.

Outro fato que chama atenção, quando se observa as fotos aéreas de 1966 e 1978, é a existência de caminhos até clareiras em pontos mais elevados da Serra, os quais hoje encontram-se intransitáveis, conforme foi constatado em campo. Estes caminhos, possivelmente, serviam de meio para o escoamento da madeira retirada da área que hoje pertence ao parque.

3.2 – Culturas Diversas

Com relação à área ocupada pelas culturas diversas pode-se concluir que esta teve um acréscimo de 24,36 km² (5,06%) de 1957 a 1966, e decréscimo de 6,77 km² (1,42%) de 1966 a 1978, e 80,97 km² (16,81%) de 1978 a 1994. O aumento da área ocupada por culturas diversas, de 1957 a 1966, foi em alguns casos em detrimento de áreas de mata; já a diminuição de 1966 a 1978 e de 1978 a 1994 deve-se ao fato contrário, ou seja, a área de mata aumentou em detrimento das áreas de culturas diversas, também substituídas, em menor escala, pelo aumento da área de cultivo de arroz.

Na classe de culturas diversas estão incluídas a cana-de-açúcar, o fumo, o feijão, o milho, a mandioca, as pastagens e as áreas de capoeira e capoeirinha, observadas durante os trabalhos de campo.

3.3 – Arroz

Quanto à área de arroz, percebe-se que parte da mesma já estava estabelecida em 1957, e de lá para cá vem aumentando porém continuamente, ocupando, em 1994, praticamente toda a planície da bacia. De 1957 a 1966 esta cultura aumentou 3,63 km² (0,85%); de 1966 a 1978 houve um incremento de 16,95 km² (3,53%); e de 1978 a 1994 aumentou 9,92 km² (2,06%). Algumas áreas sujeitas a alagamentos periódicos, que estavam desocupadas até 1978, em 1994 aparecem cultivadas (figura 13). Portanto, a área de arroz, aumentou no período estudado quase 200%. Os dados de produção de arroz na área de estudo inexistem para o mesmo período. Porém, segundo o Eng. Agrônomo da EPAGRI/Imbituba, com a introdução do Projeto Provárzea, nos anos 80, a produção aumentou mais de 200%, ou seja, de 25 sacas/ha passou para 80 sacas/ha.



Fotografia: Heloísa Pauli Possas/Março/1998

FIGURA 13 – Áreas sujeitas a inundação, atualmente utilizadas para o cultivo do arroz irrigado – Rio Araçatuba

4 – O CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO EM SANTA CATARINA E NA BACIA DO RIO D'UNA

4.1 – Produção e produtividade

A nível estadual, a área de arroz irrigado e, 1978/79 era de 80.197 ha para uma produção de 239.471 t (2.986 t/ha) e, em 1993 uma área de 112.700 ha produziu 635.980 t (5.643 t/ha). No período, a área aumentou em 22.503 ha e a produção aumentou em 396.509 t: a área de arroz aumentou em cerca de 40%, enquanto que a produção aumentou em cerca de 150% (tabela 2).

TABELA 2 - Evolução do cultivo do arroz irrigado em Santa Catarina – 1978/79 a 1992/93

Ano	Área (ha)	Rendimento (kg/ha)	Produção (t)
1978/79	80.197	2.986	239.471
1979/80	86.397	3.496	302.045
1980/81	83.693	3.230	270.294
1981/82	86.261	3.604	310.918
1982/83	86.620	3.329	290.087
1983/84	88.742	4.035	358.034
1984/85	92.663	4.088	378.766
1985/86	96.233	4.102	394.751
1986/87	103.711	4.176	433.148
1987/88	103.580	4.487	464.730
1988/89	104.893	4.511	468.615
1989/90	105.000	4.762	500.000
1992/93	112.700	5.643	635.980

Fonte: Adaptado de SANTA CATARINA/1992 e 1994

Este fato pode ser explicado pela introdução, no Estado de Santa Catarina, do Projeto Provárzea, no início da década de 80.

O Provárzea foi criado em Minas Gerais a partir de um trabalho de extensão rural apoiado pela cooperação técnica da Alemanha Ocidental (GTZ).

Segundo BRASIL (1983), para o uso das várzeas a EMBRAPA desenvolveu 40 projetos de pesquisa em todo o Brasil, com o envolvimento de mais de 200 pesquisadores, abrangendo diversas culturas e criações.

Alguns resultados advindos com a introdução do projeto já eram visualizados em 1983 :

- redução do uso de fertilizantes na cultura do arroz no Estado do Rio Grande do Sul, onde a EMBRAPA, juntamente com o Instituto Riograndense de Arroz - IRGA sugeriram uma nova tabela de "Recomendação de Fertilizantes", de aceitação unânime pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise do Solo;
- lançamento das variedades de arroz "BR-IRGA-409" e "BR-IRGA-410", adaptadas às condições de várzea, que apresentam maior produtividade, melhoria na qualidade do grão e maior resistência às doenças;
- uma nova cultivar de arroz, também com excelente desempenho em condições de várzea, foi obtida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina, a "EMPASC-103"; foi lançada em 1981, sobressaindo-se pelos altos rendimentos (6.220 Kg/ha).

Segundo SANTA CATARINA (1992), a cultura do arroz está entre as mais importantes no Estado de Santa Catarina. No ano de 1988 este grão foi o quinto produto vegetal em termos de valor bruto da produção, superado apenas pelo milho, soja, fumo e feijão.

O método de plantio predominante no Estado de Santa Catarina é a semeadura em solo inundado com sementes pré-germinadas. Este processo, adotado desde a década de 50 pelos agricultores, era utilizado em aproximadamente 85% da área cultivada. (SANTA CATARINA, 1992)

Os fatores climáticos de maior importância para a cultura do arroz irrigado,

segundo SANTA CATARINA (1992), são a temperatura e a radiação solar. De uma maneira geral o arroz irrigado tem bom desenvolvimento quando a temperatura média durante o ciclo estiver entre 15 e 35 °C. A radiação solar também tem grande influência, uma vez que um grande número de dias nublados ou com chuvas causam prejuízo à cultura.

A Bacia Hidrográfica do Rio D'Una, possui Temperatura Média Anual de 19 °C, Umidade Relativa Média Anual de 85,15%, e Precipitação Média Anual de 1.193,00mm.(SANTA CATARINA,1997b). Estes índices favorecem o desenvolvimento do arroz irrigado, e determinam a melhor época de semeadura (figura 16)

MONTEIRO e FURTADO (1995) realizaram estudos sobre o clima de alguns municípios catarinenses, com base nas variáveis temperatura, precipitação, umidade, pressão, direção e intensidade dos ventos. O estudo se deu a partir dos dados das estações de Laguna, Araranguá e Urussanga pertencentes à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina S.A. - EPAGRI, no período compreendido entre 1951 e 1970. Para a interpretação do comportamento climático, os autores levaram em consideração a dinâmica atmosférica, com base nos deslocamentos dos anticiclones polares e suas relações com as massas tropicais, nas estações do ano.

Para o trabalho ora desenvolvido foram selecionados os dados de temperatura e precipitação (tabela 3, figuras 14 e 15) pertinentes à estação de Laguna, uma vez que a mesma se encontra mais próxima da área de desenvolvimento da pesquisa, donde se supõe semelhanças.

TABELA 3 – Médias Mensais Relativas à Temperatura e Precipitação – Estação de Laguna – Período de 1951 a 1970

MÊS	TEMPERATURA (° C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
JANEIRO	23,5	175
FEVEREIRO	24	187
MARÇO	23	165
ABRIL	21	110
MAIO	18,5	65
JUNHO	16,5	70
JULHO	14,5	68
AGOSTO	16,5	100
SETEMBRO	17	160
OUTUBRO	18,5	130
NOVEMBRO	20,5	110
DEZEMBRO	22	120

Fonte: MONTEIRO e FURTADO, 1995

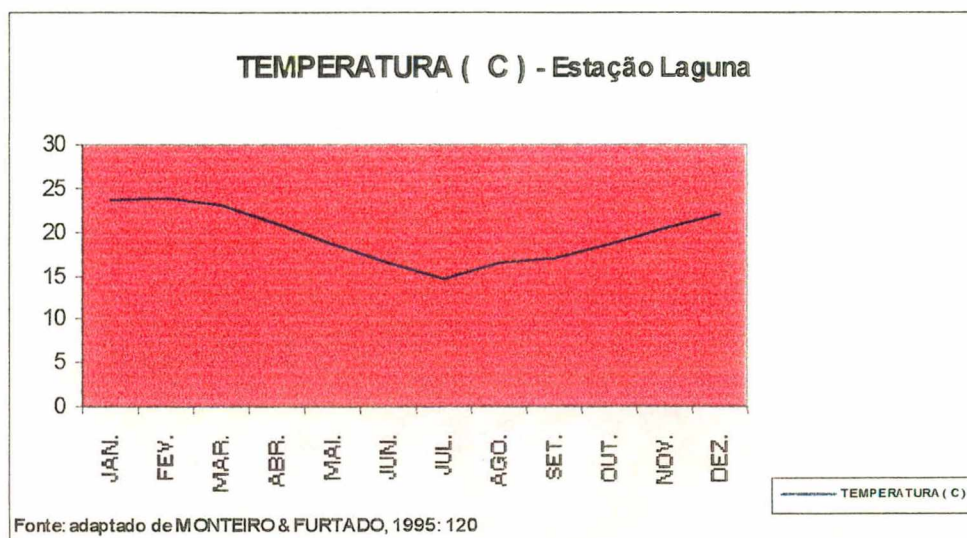


FIGURA 14 – Médias Mensais de Temperatura – Estação de Laguna 1951 a 1970

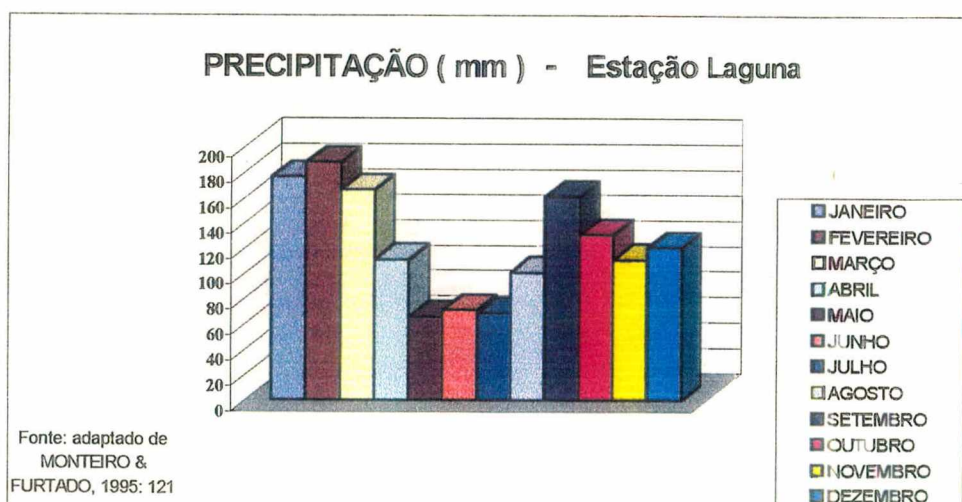
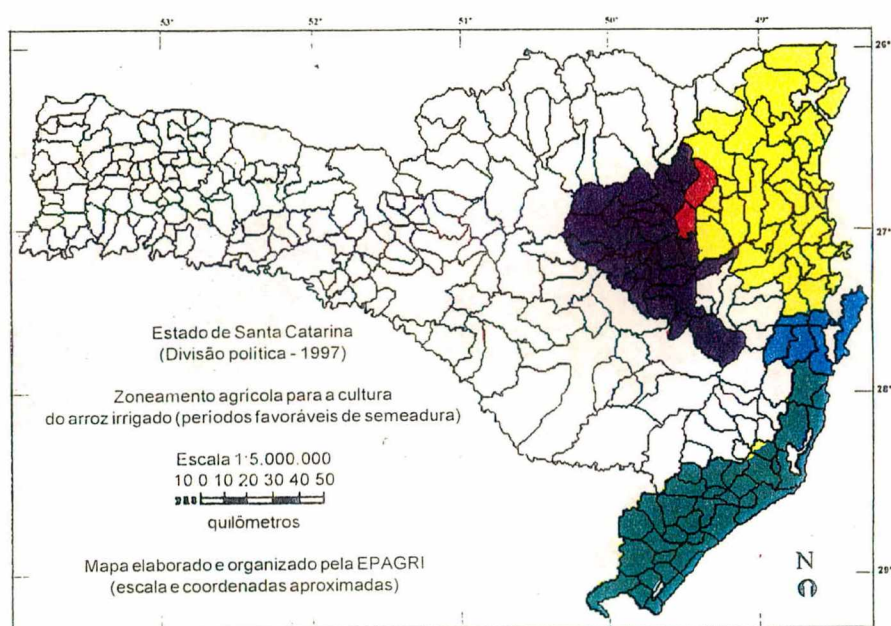


FIGURA 15 – Médias Mensais de Precipitação - Estação de Laguna 1951 a 1970

Com base nos fatores que condicionam o melhor desenvolvimento do arroz, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI organizou e elaborou um mapa de zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado (Figura 16), onde se observa que a área da Bacia do Rio D'Una apresentaram período favorável à semeadura entre 21 de setembro e 31 de dezembro



Legenda:

- Período favorável de semeadura de 21 de agosto a 10 de janeiro
- Período favorável de semeadura de 11 de setembro a 31 de dezembro
- Período favorável de semeadura de 21 de setembro a 20 de dezembro
- Período favorável de semeadura de 21 de setembro a 10 de dezembro
- Período favorável de semeadura de 11 de outubro a 10 de dezembro
- Cultivo não recomendado

FIGURA 16 – Mapa do Zoneamento Agrícola para a cultura do Arroz Irrigado (Fonte: SANTA CATARINA, 1997:19/20)

4.2 - Aspectos ambientais da cultura do arroz irrigado na Bacia do Rio D'Una

Como foi observado no estudo do uso do solo da bacia hidrográfica do Rio D'Una, grande parte da planície da mesma é cultivada com arroz irrigado. Este cultivo requer o procedimento de algumas práticas, quais sejam:

1 - Preparo do solo, que na área de estudo acontece entre os meses de junho a setembro, compreendendo as seguintes etapas:

a - Lavra ou aração de verão, logo após a colheita.

b - Gradeação ou rotatividade durante a entressafra (com grade ou rotativa);

c - rotatividade do solo alagado, que facilita o destorroamento, o nivelamento e o alisamento, finalizando esta primeira etapa. (SANTA CATARINA, 1992).

2 - semeadura (20 a 25 dias após o alisamento).

Logo após o alisamento do solo a água das canchas é drenada, o que segundo ALTHOFF e KLEVESTON (1996), é preocupante, pois os sólidos ainda em suspensão serão carregados, podendo assorear canais e depósitos (açudes), inutilizando a água para o consumo humano e animal. Isto, ainda, pode ter como consequência o carregamento de nutrientes (que poderão modificar ambientes aquáticos nos quais se depositem), além da possibilidade de conduzir os agrotóxicos utilizados nas lavouras do arroz para outras áreas.

Estudos comparativos, realizados por técnicos da EPAGRI, entre solos Cambissolo e Gleí, que são os tipos encontrados na área de cultivo de arroz na Bacia Hidrográfica do Rio D'Una, concluem que nos dois tipos ocorrem perdas de sólidos suspensos e nutrientes (fósforo, cálcio, potássio, magnésio) nos manejos de água após

o preparo do solo, porém é no Cambissolo que este processo se dá mais intensamente. (SANTA CATARINA, 1996)

Este fato, associado à falta de mata ciliar observada em muitas partes ao longo dos principais rios, como mostram as figuras 6 e 7, faz com que grande quantidade de sedimentos sejam carregados até a Lagoa do Mirim, contribuindo significativamente para a formação de um delta na foz do rio D'Una (figura 17).



Fotografia: Victor P. Luz - Maio/96

FIGURA 17 – Foz do Rio D'Una na Lagoa Mirim, onde se observa que a sedimentação progride sobre a lagoa, com a parte frontal tendendo a assumir a forma de um delta

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterado pela Lei nº 7.803/89, torna a mata ciliar obrigatória e, segundo MACHADO (1989), ela se constitui em um espaço territorial protegido pela Constituição Federal de 1988, tanto quanto o são os parques nacionais, estaduais e municipais, as reservas biológicas, as estações ecológicas e as áreas de preservação ambiental.

LIMA (1989), comenta que a mata ciliar ocorre numa área da bacia hidrográfica desempenhando importantes funções hidrológicas, como proteção da zona ripária, filtragem de sedimentos e nutrientes, controle no aporte de nutrientes e de produtos químicos nos cursos d'água, controle da erosão das ribanceiras dos canais, controle da alteração da temperatura do ecossistema aquático. Ressalta o autor, contudo, que a restauração ou recomposição da mata ciliar por si só não resolverá os problemas de degradação das bacias hidrográficas.

No que diz respeito à semeadura, segundo o Engenheiro Agrônomo Elísio Sgrott, da EPAGRI/Imbituba, esta acontece entre os meses de outubro e dezembro e é feita "a lanço", que pode ser manual, por máquinas ou avião. As sementes são lançadas pré-germinadas no solo encharcado (lâmina de 5 cm aproximadamente) e com os sedimentos (silte, argila) já precipitados, para evitar o asfixiamento das sementes.

A colheita é feita entre os meses de março e maio, através de máquinas colheitadeiras, e encaminhada às indústrias de beneficiamento existentes na região.

O arroz irrigado, assim como outras culturas, é atacado por "plantas daninhas", doenças e "pragas".

As tabelas 4 e 5 mostram, respectivamente, as principais plantas daninhas infestantes e as principais doenças do arroz irrigado em Santa Catarina, segundo a EPAGRI. Já a tabela 6 apresenta os principais insetos pragas do arroz irrigado,

inseticidas para controle, doses de ingrediente ativo (i.a.) por hectare, e período de carência.

TABELA 4 - Principais plantas daninhas infestantes da cultura de arroz em Santa Catarina, (EMPASC, 1990)

Nome comum	Nome científico
Arroz daninho (arroz-vermelho, arroz-preto, pichuá, pé-de-galinha-arroz espontâneo)	<i>Aryzia sativa L.</i>
Capim-arroz (jaú, jervão, canevão, sesania, jaó, rabo-de-galo, capituva, barbudinho, inço-do-arroz)	<i>Echinochloa crusgalli</i> <i>Echinochloa colonum</i>
Cuminho	<i>Fimbristylis miliacea</i>
Aguapé (capelete, vintém, hortelã-do-brejo)	<i>Heteranthera reniformis</i>
Aguapé, sagitária	<i>Sagittaria guyanensis</i>
Sagitária (chapéu-de-couro, caeté, flecha, taiá)	<i>Sagittaria montevidensis</i>
Angiquinho (pinheirinho, cortiça)	<i>Aeschynomene spp</i>
Boiadeira, capim-veludo, campim-marreco	<i>Leersia hexandra</i>
Cruz-de-malta (flor-amarela, erva-amarela)	<i>Ludwigia spp</i>
Junquinho, tiriricas, tiriricão	<i>Cyperus spp</i>
Erva-de.bicho	<i>Polygonem spp</i>

Fonte: SANTA CATARINA, 1992:32/33

TABELA 5 – Principais doenças do arroz irrigado

Nome comum	Nome científico
Mancha-parda	<i>Cochliobolus miyabeanus</i>)
Queima-da-bainha ou rizoctoniose	<i>Thanatephorus cucumeris</i>
Podridão-da-bainha	<i>Sarocladium oryzae</i>
Escaldadura	<i>Gerlachia oryzae</i>
Brusone	<i>Pyricularia oryzae</i>
Mancha-estreita ou cercosporiose	<i>Sphaerulina oryzina</i>
Ponta-branca	<i>Aphelenchoides besseye</i>

Fonte: SANTA CATARINA (1992)

TABELA 6 - Principais insetos pragas do arroz irrigado, inseticidas para controle, doses de ingredientes ativo (i.a.) por hectare, período de carência

Inseto/ praga	Ingrediente ativo (i.a.) inseticida	Dose (gi.a./ ha)	Período carência (dias)
Bicheira-da-raiz	Carbofuram	700 a 1000	30
Lagartas	Bacillus thuringiensis	400 a 600 p.c.	Sem restrições
	Carbaril	900-1.300	14
	Ciflutrina	7 – 8	20
	Cipermetrina	20 – 25	11
	Dibron	850 a 880	04
	Fenitrothion	750-1000	14
	Fenvalerato	60 – 90	21
	Ambdacialotrina	7 – 8	-
	Malation	750-1000	07
Percevejo – do – colmo	Triclorfon	500 a 800	07
	Carbaril	900-1.300	14
	Ciflutrina	10–15	20
	Fenitrothion	750-1.000	14
Percevejo – do - grão	Troclorfon	750-1.000	07
	Carbaril	900-1.300	14
	Dibrom	800 a 900	03
	Fenitrothion	750-1.000	14
	Malation	750-1.000	07

Fonte: SANTA CATARINA/92

Os agrotóxicos mais usados, atualmente, no arroz irrigado, segundo técnicos da EPAGRI, estão relacionados na tabela 7.

TABELA 7 – Agrotóxicos mais utilizados na cultura de arroz irrigado, segundo EPAGRI, 1998:

NOME COMUM	CLASSE TOXICOLÓGICA
HERBICIDAS	
Sirius (2)	IV
Ally (1)	III
Facet	IV
Rondstar	III
Goal	III
Satanil	III
Rond-up (1)	IV
INSETICIDAS	
Furadam (1)	I
Decis	?
Sumition	II
Gamit (1)	II

FONTE: Técnicos da Estação Experimental da EPAGRI – Itajaí-SC - 1998

(1) – Produto muito perigoso, segundo o Ministério da Agricultura, 1997

(2) – Produto perigoso, segundo o Ministério da Agricultura, 1997

Na Tabela 8 estão relacionados os herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas na cultura, com os nomes comerciais, doses, classe toxicológica e época de aplicação.

TABELA 8 - Nomes comuns, comerciais, dose do produto comercial e época de aplicação dos herbicidas recomendados para a cultura do arroz irrigado

Nome comum	Nome comercial	Dose (kg /ha)	Classe Toxicológica	Época de Aplicação
Propanil-360 g i.a./l	Stam BR	6,0 a 10,0	II	Pós
	Grassaid		II	Pós
	Propanil Defesa		II	Pós
	Propanil Fersol 360 CE		II	Pós
	Propanil ICI 360 CE		II	Pós
	Propanin CNDA		II	Pós
	Surcopur		II	Pós
	Perform 360 CE		II	Pós
	Erbam 360		II	Pós
	Stam 360		II	Pós
Propanil-450g i.a./l	Propanin 40		II	Pós
Propanil-480g i.a./l	Stam 480		II	Pós
	Erbam 480		II	Pós
Molinate	Ordran 72E	4,0	II	Pós
	Ordran GR	30,0 a 40,0	III	Pós
Quinclorac	Facet PM	0,75	III	Pós
Oxadiazon	Ronstar 250 BR	2,0 a 2,5	II	Pré
Tiobencarb	Saturn 50 E	6,0 a 8,0	III	Pré-pós
	Saturn GR	30,0	IV	Pré-pós
Oxifluorfen	Goal BR	1,0	II	Pré
Bentazon	Basagran 480	1,5 a 2,0	II	Pós
2,4 – D	Aminol	0,75 a 1,5	I	Pós
	DMA806 BR	0,5 a 1,5	I	Pós
	DMA 480 BR	0,75 a 2,0	I	Pós
	U 46 D Fluid 2,4-D	0,75 a 1,5	I	Pós
Fenoxaprop-etil	Furore	0,5 a 0,75	II	Pós
Propanil+Molinate	Arrozan	5,0 a 6,0	II	Pós
Propanil+Pendimetalin	Pendimil	5,0 a 6,0	II	Pós
Propanil+Butacloro	Spark CE	6,0 a 7,0	II	Pós
Propanil+Tiobencard	Satanil	5,0 a 7,0	III	Pós
Propanil+2,4-D	Herbanil 368	6,0 a 10,0	II	Pós

Classes toxicológicas: I – altamente tóxicos; II – medianamente tóxicos; III – pouco tóxicos; IV – praticamente não tóxicos
Fonte: SANTA CATARINA/92

A partir destes dados pode-se concluir que a produção de arroz utiliza vários tipos de agrotóxicos para enfrentar os problemas acima citados, o que está contribuindo para o agravamento de sérios problemas ao meio ambiente. Os recursos hídricos são bastante prejudicados uma vez que a água que é utilizada para a irrigação é totalmente retirada dos corpos d'água que compõem a bacia em estudo e a eles é devolvida após o uso (figuras 18 e 19) .



Março/98

FIGURA 18 – Foto mostrando a devolução da água das canchas de arroz para o Rio D'Una, por bombeamento



Março/98

FIGURA 19 – Detalhe da foto anterior, mostrando a turbidez da água bombeada

Outro fato importante que deve ser considerado é que no rio D'Una é feita a captação de água, pela CASAN (figura 20), para o abastecimento do município de Imbituba, o que pode ocasionar, em curto ou mesmo a longo prazo, problemas de saúde decorrentes da ingestão de produtos químicos que não sejam eliminados pelo tratamento da água.



Maio/97

FIGURA 20 – Foto da Estação de Captação de Água da CASAN, no Rio D'Una, para o abastecimento do Município de Imbituba

Além disto, o uso de agrotóxicos, juntamente com outros fatores, como número de pescadores, pesca predatória, e efluentes diversos, vem sendo apontado como uma das causas para a diminuição da quantidade e da qualidade do pescado, prejudicando um número considerável de famílias que vivem desta atividade (ver anexo 1).

Estes fatos vão contra o que preconiza a Legislação, pois a Portaria nº 0024/79, que enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina na classificação estabelecida pela Portaria GM nº 0013, de 15/01/76, do Ministério do Interior, tem o Rio D'Una, das nascentes até a foz, na Lagoa Mirim, e seus afluentes enquadrados como Classe 1. O Decreto nº 14.250, de 05 de junho de 1981, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referente à proteção e à melhoria da qualidade ambiental, diz que os rios de Classe 1 destinam-se ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção, não sendo tolerados lançamentos de efluentes mesmo tratados

Já a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que regulamenta padrões técnicos e critérios de classificação e enquadramento das águas, dividiu-as em doces, salobras e salinas; as águas doces foram divididas em 5 classes (Tabela 9), distribuídas entre a classe especial que possibilita o uso doméstico sem tratamento ou com simples desinfecção, até a classe 4, em que se admitem usos de menor exigência de qualidade, como a navegação e a harmonia paisagística. A classe especial neste caso equivale a classe 1 da legislação estadual.

TABELA 9 – Classificação das Águas Doces, Segundo Resolução nº 20/86 do CONAMA

CLASSES	DESTINAÇÃO
Especial	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento Doméstico sem prévia ou com simples desinfecção - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento Doméstico após tratamento simplificado - Proteção das comunidades aquáticas - Recreação de contato primário: esqui aquático, natação e mergulho - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que crescem rentes ao solo e são ingeridas cruas e sem remoção de película
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento Doméstico após tratamento convencional - Proteção de comunidades aquáticas - Recreação de contato primário: esqui aquático, natação e mergulho - Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas - Criação natural e intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento Doméstico após tratamento convencional - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras - Dessedentação de animais
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> - Navegação - Harmonia paisagística - Usos menos exigentes

Fonte: Resolução CONAMA n.º 20 / 86, Artigo 1º (BARTH & POMPEU, 1988)

Com base nos acontecimentos mundiais, como a Conferência do Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo – Suécia em junho de 1972; a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA; o Simpósio “Uma Estratégia para a Formação de Capacitação de Recursos Hídricos”, realizado na cidade de Delft-Holanda; a Conferência de Dublin-Irlanda; e a Conferência do Rio de Janeiro-Brasil, em 1992, foi formulada a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997

Esta Lei institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que

modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Em seus arts. 1º, 2º e 3º, trata dos seus fundamentos, objetivos e diretrizes gerais de ação, ou seja:

“Art. 1º - A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I – a água é um bem de domínio público;

II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III – em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação dos animais;

IV – a gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Art. 2º - São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II – a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

Art. 3º - Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II – a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país;

III – a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV – a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamento regional, estadual e nacional;

V – a articulação da gestão dos recursos hídricos com o do uso do solo;

VI – a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras...” (BRASIL, 1997:12/13/14) (destaques da autora)

5 – AGROTÓXICOS, METAIS PESADOS E SAÚDE DAS POPULAÇÕES.

5.1 – Consequências ambientais da utilização de agrotóxicos.

A irrigação, a mecanização e a aplicação de insumos destinados a combater pragas, doenças e plantas indesejáveis decorrem do esforço despendido em diversas áreas de pesquisa, resultando em mudanças significativas no perfil do setor agrícola nos últimos anos, que geraram um aumento global da produção.

ZAMBRONE (1986) comenta que os ecologistas e defensores do meio ambiente chamam as substâncias utilizadas na agricultura de agrotóxicos, enquanto as indústrias produtoras as chamam de defensivos agrícolas, porém “agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas, pesticidas e até biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas, no sentido mais amplo: tudo aquilo que ataca, lesa ou transmite enfermidade às plantas, aos animais e ao homem.

“Quando um agricultor orgânico faz determinados tratamentos com substâncias não tóxicas, para fortalecer a planta, então sim, deveríamos usar a palavra “defensivo”. Por isso agrônomos conscientes lançaram a palavra “agrotóxicos” para designar os biocidas da agroquímica. Não se trata de querer agredir a indústria, trata-se de precisão de linguagem.”(LUTZEMBERG, 1985:55)

HADLICH (1997) comenta que o uso de substâncias no controle de pragas é bastante antigo, sendo anterior a 1.000 anos a . C., mas, é no século XX que vai se dar a explosão deste uso nas atividades agrícolas, trazendo consigo as preocupações com os seus efeitos diretos e o dos seus resíduos no meio ambiente.

A importância do uso destas substâncias é muito grande: “as estimativas disponíveis apontam que, apesar do uso de agrotóxicos, entre 20 a 30% de toda a produção agrícola brasileira são consumidos por pragas.” (ALVES, 1986). Essa

importância, porém, vem acompanhada de sérias consequências para os recursos hídricos, que acabam contaminados por substâncias tóxicas.

Segundo DORST (1987) a humanidade deve muito aos pesticidas, sobretudo os inseticidas, pois estas substâncias permitiram obter o controle de perigosos parasitas das culturas e diminuir os seus estragos em proporções consideráveis em todo o mundo. Tais produtos permitiram, ainda, eliminar ou limitar consideravelmente certas doenças, especialmente a malária. Deste modo o uso de pesticidas sintéticos pode, sob certos aspectos, ser considerado como um progresso na defesa da humanidade e de seus meios de subsistência.

Para BONTEMPO (1986), os enormes lucros obtidos com a produção de agrotóxicos como adubos sintéticos, herbicidas, acaricidas, rodenticidas, agentes desfolhantes e outros, pertencem à poderosa associação de interesses de indústrias multinacionais que controlam governos e burlam desmascaradamente as leis de controle. Com isso, são os países do Terceiro Mundo os mais prejudicados, tanto na área econômica quanto de saúde, pois hoje os alimentos mais comuns possuem traços e quantidades variáveis de venenos agrícolas.

BLECHER (1998) comenta que, devido ao medo de perder a guerra contra as pragas e as doenças, os agricultores brasileiros costumam colocar nas lavouras uma "overdose" de agrotóxicos, contaminando os alimentos e o meio ambiente e colocando em risco a saúde de todos. O mesmo autor cita o "Documento da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) que aponta o Brasil como um dos países que mais exageram na aplicação de pesticidas nas lavouras, principalmente na horticultura.

BLECHER (1998) destaca, ainda, que pelos cálculos da EMBRAPA, os agricultores despejaram nas lavouras 61.845 t de ingredientes ativos em 1993, o que equivale a cerca de 260 mil t de agroquímicos e que, de 1993 até início de 1998, não

havia registros sobre o volume de venenos lançados por ano no campo. As empresas de pesticidas deixaram de informar a quantidade de produto que comercializam, porém o faturamento do setor sinaliza que o consumo continua em alta, pois entre 93 e 97, as vendas de agrotóxicos cresceram 104%, de 1,050 bilhão de dólares para 2,161 bilhões de dólares, e houve aumento dos casos de intoxicação por pesticidas (figura 21)

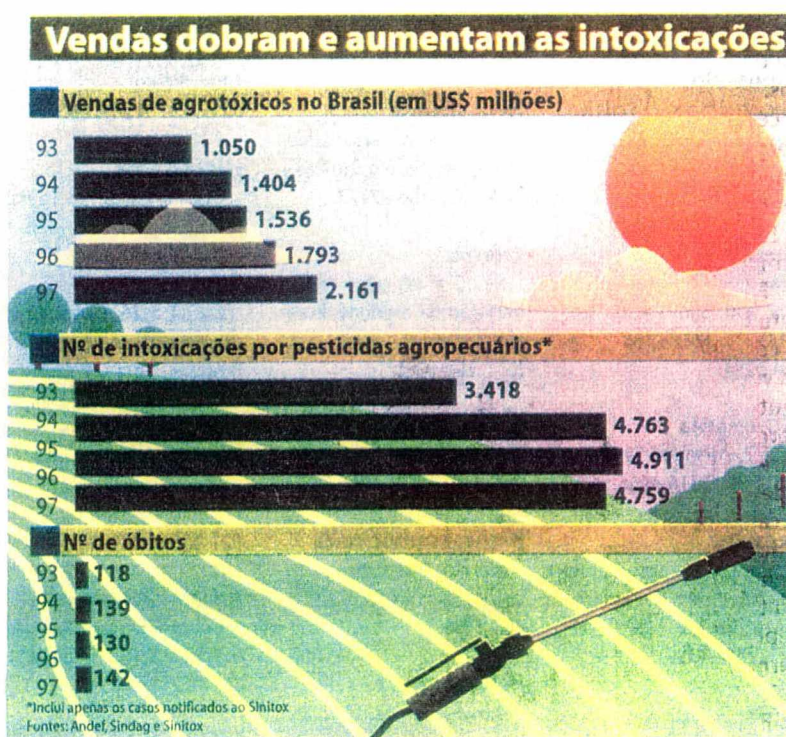


FIGURA 21 - Gráficos das vendas dos agrotóxicos no Brasil, número de intoxicações por pesticidas e número de óbitos no período de 1993 e 1997, segundo o SINITOX

De 1993 a 1995 houve um acréscimo de 18% ao ano nas intoxicações por agrotóxicos, segundo dados do SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. "Embora sirvam como referência, os números do SINITOX estão bem longe da realidade." (BLECHER, 1998 :5-1)

KUPCHELLA (1995) afirma que pesticidas proibidos nos Estado Unidos podem ser vendidos em outras partes do mundo, e são os países do Terceiro Mundo,

desejosos de aumentar a produção agrícola doméstica e para exportação, que estão muitas vezes dispostos a comprá-los.

Durante o Governo Figueiredo, alguns estados brasileiros, a exemplo do Rio Grande do Sul, aprovaram leis de controle, comércio, e uso de pesticidas, inclusive tornando obrigatório o receituário assinado por um agrônomo para a venda e uso de agrotóxico. As multinacionais reagiram e forçaram o governo, amparado principalmente na Secretaria de Planejamento - SEPLAN e no Ministério da Agricultura, a suprimir a decisão dos estados sobre a questão em pauta, deixando os mesmos proibidos de editar leis ou decretos sobre os agrotóxicos, ficando as decisões com as autoridades federais. (BONTEMPO, 1986)

No dia 11/01/90 o Decreto nº 98.916 regulamentou a Lei nº 7.802, de 11/07/89, que dispõe sobre a fiscalização da produção, exportação, importação, comercialização de agrotóxicos e de seus componentes, e que, somada à proibição de comercialização e utilização de organoclorados no país em 1985, e à implantação oficial do Receituário Agrônomo em 1981, representaram avanços legais no combate ao uso indiscriminado desses compostos. Porém o que se percebe, algumas vezes, é o não cumprimento desta legislação (anexo 2).

Segundo LARINI (1979) os produtos químicos têm diferentes graus de toxicidade, sendo esta expressa pela quantidade necessária, em mg/kg de peso corpóreo, para provocar a morte de 50% de um lote de animais submetidos à experiência.

As informações sobre os agrotóxicos no Brasil são imprecisas, apesar da importância do tema. Estas estão dispersas e pouco detalhadas, dificultando o seu uso nos estudos ambientais, uma vez que para a realização destes é necessário conhecer a sua distribuição espacial e a intensidade de uso desses produtos.

Segundo ZAMBRONE (1986), os principais agentes de intoxicação entre os praguicidas são os inseticidas, quer os de uso na agricultura, quer os empregados em ambientes domésticos e públicos. Quimicamente podem ser classificados em três grandes grupos: os organoclorados; os inibidores da colinesterase (fosforados orgânicos e carbamatos); e as piretrinas naturais e sintéticas.

Dentre estes, ZAMBRONE (1986) diz que:

“Entre os inseticidas orgânicos sintéticos, os que mais persistem no meio ambiente são os organoclorados. Alguns chegam a permanecer no solo por mais de três décadas após a aplicação. Por isso, e porque os insetos começaram a desenvolver resistência a eles, esses produtos vem sendo abandonados, sendo banidos da Alemanha, dos Estados Unidos e de outros países.... são absorvidos, pelo homem, por via oral, respiratória e dérmica... sabendo-se que atingem o sistema nervoso, tanto o periférico como o central. Sendo lipossolúveis, esses compostos e seus produtos de degradação depositam-se na gordura animal, inclusive a humana, sendo consequentemente cumulativos. Vários trabalhos demonstraram a existência de relação direta entre a ingestão de organoclorados e modificações genéticas, bem como o potencial cancerígeno. Capazes de atravessar a placenta, são, ademais, potencialmente teratogênicos.”(p. 45)

Os organoclorados, segundo KUPCHELLA & HYLAND (1995), afetam o sistema nervoso central e periférico, podendo interferir na transmissão de impulsos nervosos. Os sintomas do envenenamento por DDT incluem entorpecimento facial, mal estar, dor de cabeça, vômito, vertigem, confusão e tremor.

ZAMBRONE (1986) diz, ainda, que “os fosforados orgânicos, ou organofosforados, e os carbamatos, também conhecidos como inibidores da acetilcolinesterase, são os inseticidas mais utilizados.”(p.45) Estes são absorvidos por vias dérmica, digestiva e respiratória. Os efeitos que produzem estão associados à inibição da enzima acetilcolinesterase, provocando um acúmulo de acetilcolina, importante transmissor de impulsos nervosos, ou neurotransmissor, alterando o funcionamento de glândulas, músculos e sistema nervoso e o cérebro. É neste grupo de inseticidas que se encontram as maiores causas de óbitos entre os trabalhadores rurais.

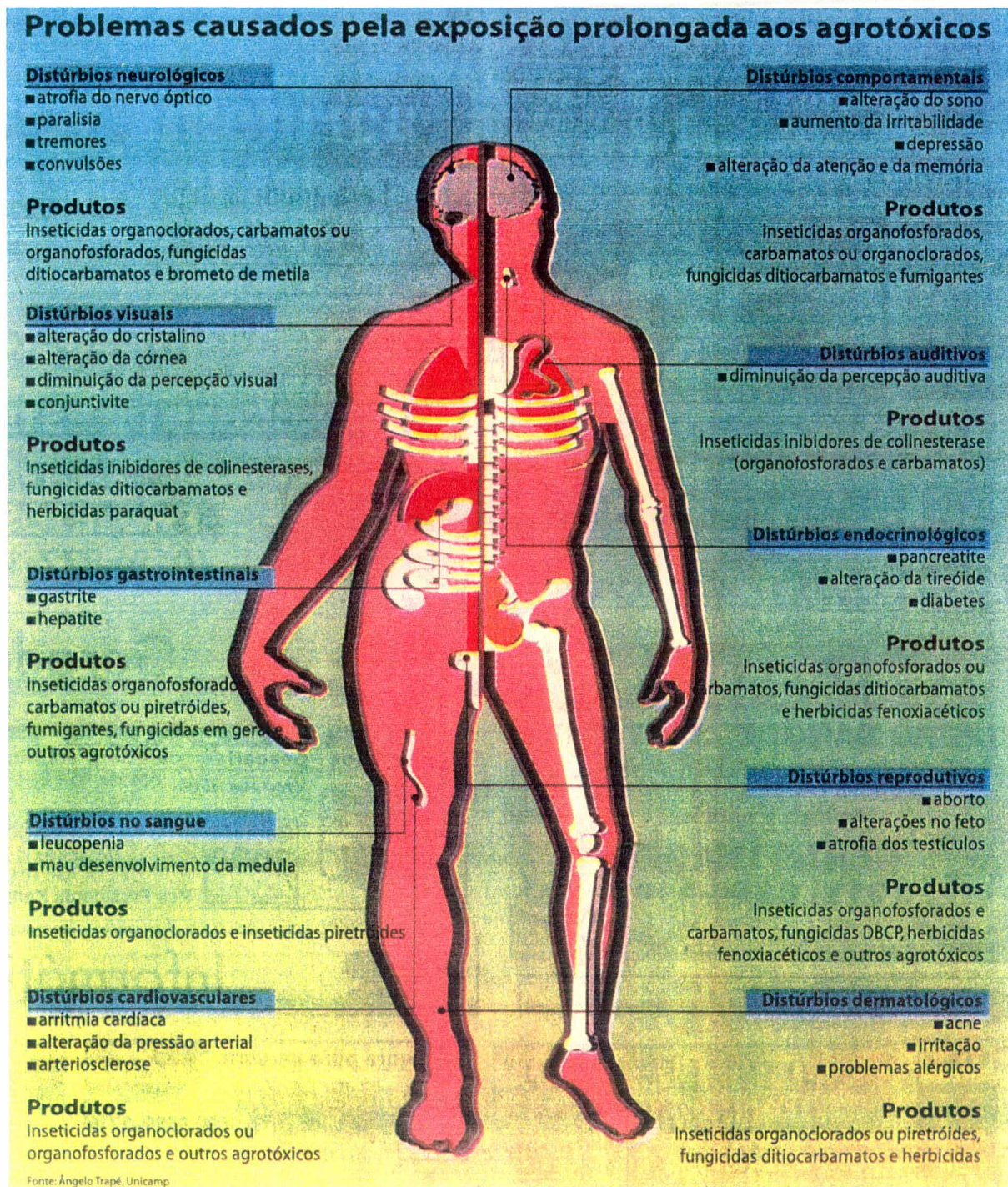
Segundo LARINI (1979) os inseticidas organofosforados, além da elevada toxicidade, apresentam uma pequena “margem de alarme”, e a dose necessária, quando da absorção pela pele e via pulmonar, para produzir um envenenamento grave, é atingida sem nenhum sinal ou sintoma prévio.

Os efeitos imediatos dos organofosfatados em seres humanos, segundo KUPCHELLA & HYLAND (1995), incluem câibra estomacal, vertigem, vômito e forte sudorese, além de distúrbio mental, perda de memória, dificuldade de falar.

Os herbicidas, também descritos por ZAMBRONE (1986) são outro tipo de praguicida, e vêm sendo amplamente utilizados em substituição à capina mecânica na agricultura, ferrovias e vias públicas. Exemplo deste é o *paraquat*, que tanto mata as ervas daninhas como qualquer outra planta com que entre em contato. As intoxicações causadas por este herbicida são sempre dramáticas e as pessoas afetadas chegam ao óbito em sete a dez dias, por lesões locais, renais ou nos pulmões, causando fibrose irreversível.

Segundo Ângelo Trapé, médico e coordenador da área de Saúde Ambiental e Toxicológica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em depoimento concedido a MURAKAWA (1998), publicado pela Folha de São Paulo, os produtores estão expostos a um verdadeiro coquetel de produtos químicos, que podem trazer sérios danos à saúde. (ver figura 22)

DORST (1987) observa que os pesticidas tiveram repercussões na fauna marinha devido aos produtos derramados em doses crescentes nos pântanos costeiros e nas extensões de água doce ou salobra dos estuários que são arrastadas para o alto mar, provocando mortalidade elevada de organismos marinhos. Comenta, ainda, que o homem pode “envenenar” as águas costeiras pelo abuso de inseticidas, provocando uma baixa no rendimento das pescarias, principalmente ao nível dos estuários, cuja importância, nesse campo, é amplamente conhecida.



(Fonte: Jornal Folha de São Paulo - Março/98 - Agrofolha)

FIGURA 22 – Doenças provocadas por agrotóxicos

“Na Ásia, o tratamento de arrozais com inseticida protegeu as colheitas mas exterminou os peixes criados nesse meio. Comprometeram-se assim, os recursos em proteínas animais, para aumentar os recursos em hidratos de carbono.”(DORST, 1987:209)

Para compreender o estudo da contaminação hídrica por agrotóxicos é preciso, entre outros determinantes (econômico, cultural, técnico e histórico), analisar o comportamento destes no meio ambiente.

Segundo HADLICH (1997), os agrotóxicos aplicados sob a forma líquida (dispersão ou solução) ou sob a forma sólida (pós ou grânulos), diretamente sobre as plantas ou no solo, representam uma entrada de matéria no sistema espacial, a partir de onde pode ocorrer sua distribuição para outros locais ou compartimentos do ambiente, como para os córregos, por exemplo, através dos fluxos hídricos no interior da bacia hidrográfica.

Quando expostos às condições ambientais, os agrotóxicos podem se volatilizar, contaminando o ar, ou ainda sofrerem outros fenômenos que levam à sua transformação e degradação, à sua retenção no solo ou à contaminação dos recursos hídricos (Figura 23)(HADLICH, op. cit.)

“Os processos de transformação condicionam a permanência de um agrotóxico no ambiente. Duas categorias de fenômenos são normalmente descritas: transformações abióticas devidas às reações químicas ocorrentes principalmente no solo ou em função da luz (fotodecomposição), e transformações biológicas.” (HADLICH, 1997: 42)

A fotodecomposição, processo abiótico, ocorre quando agrotóxicos fotoinstáveis são expostos à luz, que provoca múltiplas reações. Pode transformar quimicamente agrotóxicos, alterando a sua toxicidade (normalmente, diminuindo-a) (WOLFE et al, 1990)).

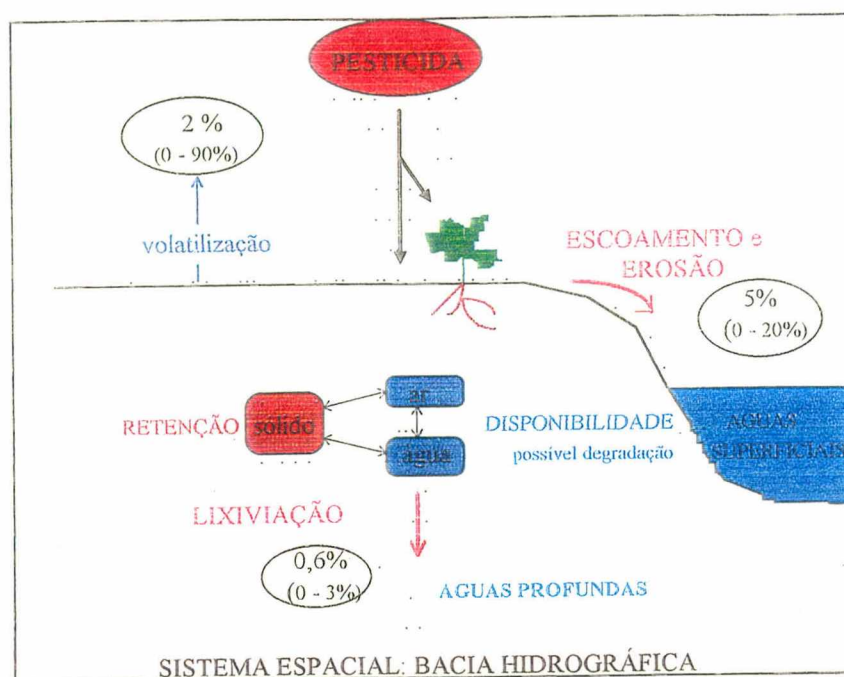


FIGURA 23 – Porcentagens relativas à distribuição dos agrotóxicos no ambiente. Os processos envolvidos nessa distribuição condicionam a disponibilidade e, por consequência, a manifestação do caráter poluente dos produtos (apud HADLICH, 1997 adaptado de BARRIUSO et al, 1996)

As reações de transformação biológica dos agrotóxicos envolvem processos de biodegradação propriamente dita, servindo de substrato para o crescimento de microorganismos; podem ser transformados por reações metabólicas; podem se unir a outras moléculas, de outros agrotóxicos ou naturalmente ocorrentes no meio; podem sofrer acumulação, onde moléculas são incorporadas pelos microorganismos; ou ainda podem passar por efeitos secundários surgidos em função da atividade microbiana. Os agrotóxicos são transformados em função de mudanças de pH, das condições óxido-redutoras, de substâncias presentes no meio em função da atividade dos microorganismos (BOLLAG & LIU, 1997).

O transporte de agrotóxicos através do solo (meio poroso) pode se dar por difusão ou por fluxo de massa (associado ao movimento do líquido) (figura 24), sendo que a quantidade transportada por difusão é bem menor em relação à outra forma. A

contaminação do lençol freático depende dos fatores que condicionam o movimento da água no solo e da sua profundidade. Quanto mais próximo da superfície, mais rapidamente irá atingi-lo, diminuindo as possibilidades de transformação e degradação antes da contaminação (HADLICH, 1997).

“Além da lixiviação , que corresponde ao transporte vertical dos agrotóxicos até as águas mais profundas, a dispersão desses produtos pode se dar através do escoamento superficial e da erosão, atingindo as águas superficiais, sendo estas as principais vias de contaminação de origem difusa dos recursos hídricos por agrotóxicos (BAUME, 1996b⁶; SIMON, 1995b⁷)”(Apud HADLICH, 1997:47)

Segundo RIVOIRE (1993), as ferramentas utilizadas para avaliar as contaminações difusas advindas dos processos de cultivos tiveram seu início nos anos 70, nos Estados Unidos, seguido da França, em 1980. Já a preocupação com os agrotóxicos especificamente iniciou no final da década passada. No Brasil esta discussão é ainda mais recente.

RIVOIRE (1993), HANN & ZWERMANN (1978) e BARRIUSO et al. (1996), comentam que o desenvolvimento de modelos que tratam da contaminação hídrica por agrotóxicos, ao nível de bacias hidrográficas, tem se deparado com inúmeras dificuldades que dizem respeito:

⁶ BAUME, M. Transfert des pesticides: caractérisation des phénomènes mis en jeu. Rennes: ENSAR, Option Génie de l'Environnement, 1996. 24 p. + annexes. (Rapport bibliographique)

⁷ SIMON, F. Les transferts des pesticides au sein des bassins versants. Rennes: ENSAR, Option Génie de l'Environnement, 1995. 30 p. (Rapport bibliographique)

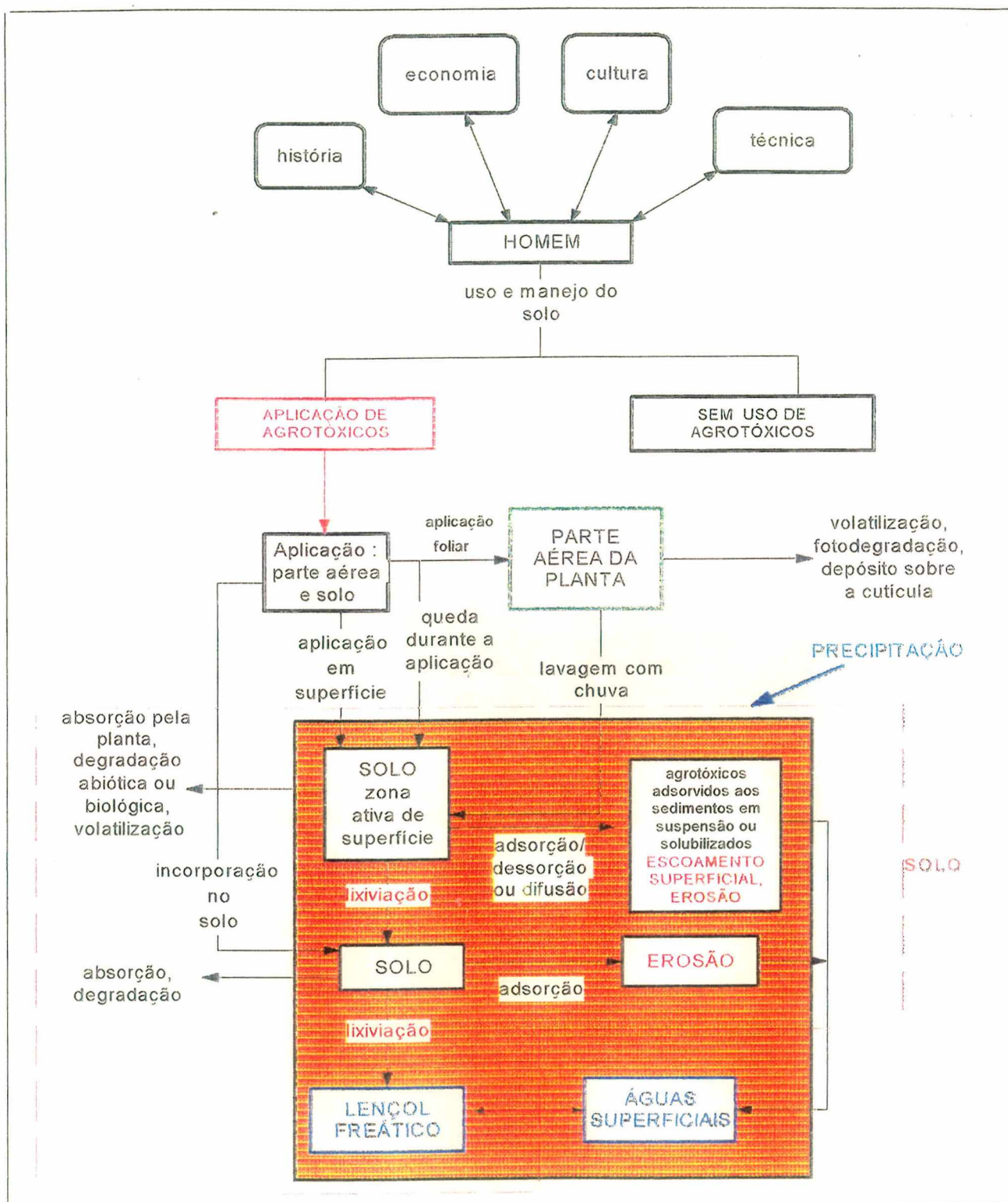


FIGURA 24 - Organograma apresentando processos envolvidos no comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente (apud HADLICH, 1997:39 Adaptado de HIMEL et al. 1990)

⁸ HIMEL, C. M., LOATS, H., BAILEY, G. W. Pesticide source to the soil and principles of spray physics. In: CHENG, H. H. Pesticides in the soil environment, processes, impacts and modeling. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1990. P. 7-50

- à diversidade das moléculas: existem atualmente no mercado mais de 450 materiais ativos homologados, apresentando diferentes formulações para cada molécula; cada produto possui características físico-químicas diferenciadas, o que inclui suas características da estrutura química, sua reatividade e polaridade, diferentes pressão de vapor, solubilidade, persistência;

- à diversidade de mecanismos agindo sobre os agrotóxicos no solo: apesar dos autores concordarem sobre o predomínio das reações de adsorção-dessorção e biodegração, existem outras reações que determinam o destino dos agrotóxicos no meio, como a fotodecomposição e volatilização; além disso, o principal problema reside ainda no pouco conhecimento que se tem sobre os mecanismos e condições nas quais ocorrem os processos de adsorção-dessorção e de degradação, tornando extremamente difícil avaliar as proporções de cada fenômeno num ambiente onde as variáveis não podem ser totalmente controladas;

- à formação de subprodutos através de transformações biológicas e abióticas ocorridas no solo, modificando as características e o comportamento destes em relação à molécula inicial ;

- à flutuação intra e inter-anual, muito importante devido à persistência própria de cada agrotóxico e à variação das datas de aplicação e início dos fenômenos de escoamento e erosão.

Com base nestas dificuldades, alguns estudiosos desenvolveram métodos para a avaliação da contaminação hídrica, em suas várias formas, fazendo estudo através de : modelos considerando a persistência e a mobilidade do pesticida, pelos valores de meia-vida (DT 50)⁹ e coeficiente de adsorção à matéria orgânica (Koc)¹⁰; ou análise cartográfica do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos.

⁹ DT50 expressa o tempo necessário para a degradação de 50% da quantidade inicial do produto aplicado. Produtos com maior meia-vida apresentam maiores riscos de poluir as águas superficiais e subterrâneas que outros com meia vida mais curta (HADLICH, 1997:82)

Conforme já foi mencionado, tendo em vista as dificuldades em realizar análise direta para verificação da presença de ingredientes ativos de agrotóxicos na área, a metodologia adotada no presente trabalho resumiu-se à quantificação da contaminação, por metais pesados, em amostras de águas superficiais da bacia, e posterior tentativa de correlação entre os teores anômalos observados nestas e a possível influência do cultivo de arroz nos resultados obtidos. Para controle, buscou-se também coletar amostra de água em área onde supostamente, a ação antrópica não tivesse ocorrido, e em áreas onde outras atividades são desenvolvidas.

5.2 - Os Metais Pesados e a Saúde

Os metais pesados são incorporados naturalmente ao meio ambiente, em pequenas quantidades, através do intemperismo, sendo então denominados de elementos-traço.

Segundo BATLEY, 1989¹¹ (apud SANTOS, 1992:75)¹⁰ os elementos-traço são aqueles elementos que usualmente ocorrem em baixas concentrações nas rochas, solos, água, atmosfera e biota, sendo que alguns são tóxicos ao ser humano mesmo a baixas concentrações, como o Pb, Cd, Hg e As. Incluídos nesse conjunto, estão os elementos metálicos de peso elevado, do que derivou, provavelmente, a denominação de metais pesados, comumente utilizada na literatura.

¹⁰ Koc representa a afinidade que os agrotóxicos possuem pelas superfícies reativas do solo, principalmente pela matéria orgânica (HADLICH, 1997:82) ¹⁰ BATLEY, G. E. (ed.) Trace Element speciation: analytical methods and problems. Boca Raton: CRC, 1989. 350p.

¹¹ BATLEY, G. E. (ed.) Trace Element speciation: analytical methods and problems. Boca Raton: CRC, 1989. 350p.

De acordo com PÁDUA (1992)¹² apud ARANA (1997:125), os metais pesados são aqueles que normalmente possuem um número atômico de 22 a 92, distribuídos entre os grupos de 3 a 7 da tabela periódica. Estes tendem a se acumular no sedimento, onde, dependendo das condições físicas e químicas, podem formar substâncias, mudar de forma ou ser translocados através de diversos elos da cadeia alimentar.

Para ALLOWAY & AYRES (1995), "metais pesados" é um termo coletivo geral, que se aplica ao grupo de metais e metalóides com uma densidade maior que 6 g/cm³. Embora seja somente um termo definido imprecisamente, é amplamente reconhecido, e geralmente aplicado para elementos como Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn, os quais são comumente associados com poluição e problemas de toxicidade. Ao contrário da maioria dos poluentes orgânicos, os metais pesados aparecem naturalmente na formação de minerais de rochas e de minérios, e assim há uma variação das concentrações normais anteriores destes elementos em solos, sedimentos, águas e organismos vivos. A poluição ocasiona concentrações irregularmente altas dos metais, em relação aos níveis normais; assim, embora a presença do metal seja uma evidência insuficiente de poluição, a concentração relativa é muito importante.

Segundo ALLOWAY & AYRES (1995), alguns dos elementos neste grupo são solicitados pela maioria dos organismos vivos em pequenas concentrações para um crescimento normalmente saudável (chamados "micronutrientes" ou "elementos-traço essenciais"), mas concentrações em excesso causam toxicidade. Dentre estes, incluem-se Cu, Mn, Fe e Zn para plantas e animais; Co, Cr, Se e I₂ para animais; B e Mo para plantas.

¹² PÁDUA, H. Aspectos do comportamento dos metais pesados em organismos aquáticos. Boletim Informativo da Abrapoa. Associação Brasileira de Patologia de Organismos Aquáticos. N. 2-3, abr./set. 1992. P. 20-21

Outros elementos têm algum efeito benéfico sob condições experimentais rigorosas. Elementos com função bioquímica essencial desconhecida são chamados “elementos não essenciais”, sendo também tidos (incorretamente) como elementos “tóxicos”. Estes, dentre os quais se incluem As, Cd, Hg, Pb, Pu, Sb, Tl e U, causam toxicidade em concentrações que excedem a tolerância do organismo. (ALLOWAY e AYRES, 1995)

Ainda segundo ALLOWAY & AYRES, 1995:142, as fontes de metais pesados são:

Fontes geoquímicas - Em termos geológicos os metais pesados estão incluídos no grupo de elementos chamado “elementos-traço”, que juntos constituem menos de 1% das rochas na crosta terrestre; elementos maiores (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, H, P e S) abrangem 99% da mesma.

Devido ao alto grau de variação dos conteúdos de metais das rochas, há uma possibilidade que os solos e fluxos de sedimentos numa localidade suspeita de estar poluída possam ter sido desenvolvidos a partir de rochas com concentrações irregularmente altas de certos metais pesados, e que a poluição, no sentido restrito da definição, não tenha ocorrido. Não obstante, o enriquecimento natural dos metais nos solos pode ocasionar efeitos prejudiciais em organismos vivos. Os membros naturais de um ecossistema numa área de enriquecimento geoquímico desenvolverão uma tolerância às elevadas concentrações de metais, mas novas espécies de plantas e animais poderão ser adversamente afetadas.

Contudo, torna-se importante determinar as concentrações locais inferiores de metais pesados, para determinar se as concentrações nos solos e sedimentos que se encontram sob investigação são significativamente mais altas que aquelas da área sem influência antrópica.

Fontes antropogênicas - Embora os metais pesados sejam onipresentes na maioria dos materiais naturais, as seguintes são fontes significativas de metais para o meio ambiente:

- Minerais metálicos;
- Materiais agrícolas - a agricultura constitui uma das fontes indiretamente mais importantes de metais poluentes (NPS). As fontes principais são:
 - impurezas em fertilizantes: Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn (por exemplo, Cd e U em fertilizantes fosfatados);
 - pesticidas: Cu, As, Hg, Pb, Mn, Zn (por exemplo, Cu, Zn e fungicidas a base de Mn, proteção (revestimento) de Hg para sementes, histórico de pulverização de pomares com Pb-As);
 - dessecantes: As para algodão;
 - preservativos para madeira: As, Cu;
 - resíduos da produção intensiva de suínos e frangos: Cu, As;
 - compostos e adubos: Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, As;
 - lodo de esgoto: especialmente Cd, Ni, Cu, Pb, Zn (embora tenha muitos outros elementos);
 - corrosão de objetos de metal (por exemplo, telhados galvanizados e cercas de arame: Zn, Cd).
- Combustão de combustível fóssil. Uma grande variedade de metais pesados é achada em combustíveis fósseis que são emitidos no ambiente como partículas durante a combustão, ou se acumulam nas cinzas que podem ser auto transportadas, contaminando solos ou águas, ou podem ser lixiviadas in loco.
 - Indústrias Metalúrgicas;
 - Eletrônica;

"Os sistemas aquáticos - principalmente os lagunares - caracterizados como sistemas altamente produtivos, mas extremamente susceptíveis à agressão de poluentes químicos, sofrem sério risco de contaminação por elementos-traço devido ao seu caráter cumulativo e à sua capacidade de translocação através da cadeia trófica."(SANTOS, 1992:76)

BOYD (1990¹³ apud ARANA, 1997) com base em várias publicações, resumizou a toxidez que certos metais pesados têm sobre espécies de peixes marinhos e de água doce (tabela 10). Para aquele autor os metais pesados, tais como chumbo, zinco, cobre, mercúrio, prata, níquel e cádmio, têm como efeito precipitar e tornar compacta a mucosa que cobre as brânquias, impedindo desta maneira o intercâmbio gasoso.

TABELA 10 – Toxidez que certos metais pesados têm sobre espécies de peixes marinhos e de água doce

Metal	Nível de toxicidade encontrado (96 h) (ug/l)	Nível de segurança (ug/l)
Cádmio	80 – 420	10,0
Cromo	2.000 – 20.000	100,0
Cobre	300 – 1.000	25,0
Chumbo	1.000 – 40.000	100,0
Mercúrio	10 – 40	0,1
Zinco	1.000 – 10.000	100,0

Fonte: ARANA, 1997:126

Segundo LU & CHEN, (1977¹⁴ apud SANTOS, 1992:92) "a composição química de um sistema de água natural é determinada pela interação dos componentes de natureza física, química, biológica e/ou humana que reage com o ambiente geológico e aquele alterado pelo homem.

¹³ BOYD, C. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama, 1990. 482 p.

¹⁴ LU, J. C. S.; CHEN, K. Y. Migration of trace metals in interfaces os seawater and polluted surficial sediments. Environmental Science & Technology, v. 11, n. 2, p. 174-181. Feb. 1977

FURTADO & SANTOS (1994) salientam que "a concentração em que ocorre a toxidez depende basicamente do elemento químico e da interação com outros elementos, mas também, embora de modo subordinado, da faixa etária e das condições orgânicas do indivíduo."

Quanto aos efeitos tóxicos de metais pesados, ALLOWAY & AYRES (1995) falam que a sensibilidade de organismos para toxicidade de metais varia amplamente entre as espécies de plantas e animais, e os genótipos dentro das espécies e muitos fatores podem modificar a reação para a dose tóxica de metais. Alguns indivíduos são adaptados geneticamente para tolerar concentrações altas, anômalas, de certos metais.

5.2.1- A atuação dos metais pesados sobre os organismos:

Alguns aspectos mais específicos da atuação dos metais pesados sobre os organismos são comentados a seguir:

a) Cobre (Cu)

"O cobre tem sido usado pelo homem desde os tempos pré-históricos. Atualmente, óxidos e sulfatos de cobre são usados em pesticidas, algicidas e fungicidas." (EYSINK et al., 1988, p. 10)

"O cobre é um elemento essencial para as plantas, sua presença se faz necessária em várias enzimas para a realização de funções vitais, além de exercer grande papel na síntese da clorofila. Também no metabolismo animal, por exemplo, na síntese da hemoglobina, ele é importante. Mas sua ingestão, em altas concentrações, pode provocar vômitos. Este metal se introduz no organismo humano através da dieta alimentar, estando presente também tanto em alimentos sólidos quanto em bebidas. E 40% a 70% do cobre ingerido por via oral são retidos no organismo, sendo o restante eliminado através da bile, fezes e urina." (EYSINK et al., 1988:10)

A poluição por cobre pode aumentar pela mineração e fundição, metal das fábricas, eletrólise e uso excessivo de agroquímicos à base de Cu (por exemplo, a Mistura Bordeaux).

O cobre é amplamente usado em casas para o transporte de água encanada e embora as concentrações de Cu na água de beber são mais altas em água doce, não é considerado que isto seja um perigo, desde que o pH esteja dentro dos limites normais (pH 6.5-8.5). Águas mais ácidas podem criar problemas com concentrações excessivas.

b) Chumbo (Pb)

EYSINK et al. (1988), comentam que o chumbo é um metal tóxico que não possui efeitos benéficos ou nutritivos. Tende a se acumular nos tecidos do homem e de outros animais. Sua absorção se dá pela digestão, variando consideravelmente com a idade. Crianças absorvem até 50%, enquanto que os adultos retêm 10%.

ARANA (1997), salienta que peixes alimentados com vermes contaminados apresentaram concentrações crescentes em períodos definidos de alimentação para o cromo, cobre, manganês, ferro, chumbo e zinco, com teores significativos. Destes, o chumbo foi o que apresentou maior capacidade de retenção em menor espaço de tempo, sendo que com o crescimento dos organismos, os teores permaneceram constantes até chegar a decair nos exemplares de maior idade, provavelmente por estes apresentarem uma excreção muito mais eficiente.

Segundo BATALHA & PARLATORE (1977) a presença de chumbo no corpo humano pode ser prejudicial para a saúde, ou mesmo letal, mesmo quando as exposições são breves. Nos países tecnologicamente mais desenvolvidos, o amplo uso do chumbo multiplica os riscos a que está submetida a população. O envenenamento

pode resultar na acumulação do chumbo no corpo em quantidades suficientes e por qualquer uma das fontes mais comuns: alimento, ar e água.

BATALHA & PARLATORE (1977), comentam, ainda, que a toxidez aguda do chumbo é caracterizada por queimadura na boca, sede intensa, inflamação do trato intestinal ocasionando diarreias e vômitos. A toxidez crônica produz anorexia (inapetência), náusea, vômitos, dores abdominais diversas, paralisia, confusão mental, distúrbios visuais, anemia e convulsões.

ALLOWAY & AYRES (1995) comentam que o chumbo é um elemento não essencial que atua como uma neurotoxina. As fontes principais de poluição de Pb no ambiente são a gasolina (poluente de ar, da água e do solo); os flocos de pintura velha que contém uma porcentagem de chumbo; alguns cosméticos absorvidos pela pele; alguns componentes de solda e verniz usados em interiores de latas de comida; encanamento para água potável; pesticidas (uso histórico de pesticidas "sprays" contendo chumbo e Arsênio em pomares); armas de caça e, finalmente, mineração e fundição.

Numa base comparativa, Pb não é tão tóxico quanto muitos outros metais pesados, e nem tão biodisponível, porém, é geralmente mais onipresente no ambiente, e é uma toxina cumulativa no corpo de mamíferos, em concentrações tão tóxicas que podem se acumular na medula óssea, onde ocorre a formação de glóbulos vermelhos vermelha (hematopoiese). Inibe a síntese de certas enzimas, podendo provocar anemia. Dano nos rins também acontece como resultado da exposição ao chumbo. Condições patológicas estão associadas com um grave envenenamento por chumbo, e a mais característica é o edema cerebral. Entretanto, a absorção de Pb em quantidades que não são altas suficientes para causar grave envenenamento pode induzir anormalidades comportamentais, incluindo dificuldades de aprendizagem.

c) Mercúrio (Hg)

Segundo EYSINK et al. (1988) o mercúrio vem sendo utilizado pelo homem desde épocas pré-históricas como agente corante em tintas, nas pinturas em objetos de argila e nas pinturas faciais. Porém seus efeitos só se tornaram uma preocupação após os episódios de Minamata e Niigata no Japão, durante os anos 50-60. Em 1953 e 1964 pescadores de Minamata e Niigata, respectivamente, além de outros consumidores de peixes, começaram a apresentar encefalopatia aguda, cujos sintomas principais eram restrição no campo visual, surdez neurológica, ataxia, inibição motora, tremores, diminuição da sensibilidade.

BATALHA & PARLATORE (1977) comentam que, após o conhecimento de inúmeros casos de envenenamento do homem pelo mercúrio, procurou-se elucidar a ação tóxica desse elemento e estabelecer os seus níveis de risco e segurança à saúde pública.

Estudos constataram que a presença do mercúrio no ambiente se deve, entre outras causas, à sua utilização na indústria e na agricultura. Verifica-se que o uso do mercúrio na produção da soda e do cloro, na fabricação de instrumentos industriais, farmacêuticos, pinturas, catalizadores, na produção de pesticidas (fungicidas, herbicidas), explosivos e outras finalidades, constituindo assim, um componente freqüente de diversos resíduos industriais. (BATALHA & PARLATORE, 1977)

Segundo EYSINK et al., (1988), os problemas mais graves causados por mercúrio acontecem através do lançamento de efluentes industriais, aplicações de agrotóxicos, mineração etc. Salienta o autor que, quando lançado no ambiente sob a forma inorgânica, é transformado, através da ação das bactérias, em um composto altamente perigoso, o metilmercúrio.

O uso de produtos químicos, como o mercúrio, na agricultura se deu pela intenção de se combater as pragas e com isso obter maior produção de grãos e de outros cultivos básicos. Para SCHUMACHER, 1983¹⁵ (apud EYSINK et al., 1988) a necessidade do uso destes produtos é consequência do aspecto já doentio do ambiente, resultante da monocultura, do uso intensivo e muitas vezes errôneo do solo, mas principalmente devido à eliminação dos inimigos naturais.

Muitas são as notícias sobre intoxicações causadas por agrotóxicos e, algumas destas devem-se ao uso de compostos alquimercuriais para o tratamento de sementes.

Para BATALHA & PARLATORE, (1977), a toxidez aguda com o mercúrio pode provocar náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarreia sangüínea, danos aos rins e usualmente morte dentro do período de 10 dias. A toxidez crônica caracteriza-se por inflamação da boca e gengivas, dilatação das glândulas salivares, salivação excessiva, perda dos dentes, problemas renais, alterações psicológicas e psicomotoras

Difícilmente o mercúrio detectado nas águas está na sua forma mais tóxica, ou seja como metil mercúrio. Contudo, ao penetrarem na água e depois na cadeia alimentar, são metabolizados nas suas formas mais tóxicas, e com isto, distribuídos aos seres humanos. Os peixes e outros organismos aquáticos podem concentrar o mercúrio 3000 vezes a mais do que o usualmente encontrado nas águas. Aí reside o motivo da grande importância em controlar os seus níveis nas águas.

¹⁵ SCHUMACHER, E. S. O negócio é ser pequeno. 4ª ed. São Paulo: Zahar. 1983. 261 p. ¹⁵ KAZANTIS, G. Metals in the Environment, Chapter 8. London: Academic Press. 1980.

O mercúrio, segundo ALLOWAY & AYRES (1995), é um elemento não-essencial e, até recentemente, era usado como um revestimento das sementes agrícolas para prevenir fungos. Isto resultou em quantidades significativas do metal em humanos e à vida selvagem. Um caso sério de envenenamento (provavelmente o caso mais sério de envenenamento de substância química pela dieta) aconteceu em 1971-terras agrícolas altamente produtivas, intensivamente cultivadas em países tecnicamente avançados. Seu uso foi descontinuado devido à sua toxicidade aos 72, quando uma quantidade de sementes tratadas com mercúrio foi usada para fazer pão. O resultado foi trágico uma vez que, ao final de 1972, tinham sido admitidas 6.530 pessoas no hospital sofrendo envenenamento por Hg e 459 destes pacientes morreram (KAZANTIS, 1980¹⁶; apud ALLOWAY & AYRES (1995).

d) Níquel (Ni)

O níquel é um metal brilhante, de textura fibrosa, que apresenta analogia com o ferro. As fontes significativas deste metal na natureza pode se dar através de atividades antropogênicas, sendo encontrado em compostos e adubos utilizados na agricultura.

e) Cobalto (Co)

Os compostos de cobalto são utilizados nas indústrias cerâmicas (colorantes), petroquímica (catalizadores) e em indústria agroalimentar. São ainda, empregados na produção de ligas para imãs, de superligas refratárias e de aços especiais.

¹⁶ KAZANTIS, G. Metals in the Environment. Chapter 8. London:Academic Press, 1980. ¹⁶ KAZANTIS, G. Metals in the Environment. Chapter 8. London:Academic Press, 1980.

e) Tálíio (Tl)

O uso do Tálíio como pesticida está proibido no Brasil.

A intoxicação por Tálíio resulta, na maioria das vezes, da ingestão acidental de rodenticidas ou iscas para formigas na forma de acetato ou sulfato de tálíio. A toxicidade destas duas formas se eqüivale.

A via oral é a mais importante, mas pode ocorrer intoxicação por absorção cutânea. Apresenta efeito cumulativo e o período de latência é de 12 a 14 hs. A dose letal é de 8 a 15 mg/kg.

Os sintomas da intoxicação aguda são: dores e parestesias das extremidades (1 a 10 dias), ptose bilateral, ataxia, perda de cabelo, febre, coriza, conjuntivite, dor abdominal, náuseas, vômitos. Com a evolução da intoxicação ocorre letargia, fala confusa, tremores, movimentos coreiformes, convulsões, cianoses, edema pulmonar, broncopneumonia, insuficiência respiratória, e até a morte. (Central de Intoxicação do Hospital Universitário – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1998)

f) Cádmio (Cd)

Segundo BATALHA & PARLATORE (1977), o cádmio é obtido da refinação de complexos de zinco e outros metais, pois não existe nenhum mineral específico de cádmio explorável economicamente. Talvez devido à sua instabilidade nos componentes orgânicos, somente é encontrado na natureza na sua forma inorgânica. Industrialmente, é utilizado em pinturas, galvanoplastia, baterias alcalinas, plásticos, cerâmica, fotografia, reatores nucleares e nos fertilizantes.

BATALHA & PARLATORE (1977), comentam também, que o cádmio apresenta alto potencial tóxico e nenhuma qualidade conhecida que o torne benéfico

ou essencial aos processos vitais da natureza. Exerce efeito cumulativo e é tóxico à concentração relativamente baixa para numerosas espécies de vida e talvez para todas. Os estudos efetuados em seres humanos e animais mostram que o cádmio absorvido pelos pulmões e intestinos, penetra rapidamente na circulação sanguínea. Inicialmente, concentra-se no plasma, alcançando os glóbulos vermelhos do sangue. Posteriormente, o cádmio deixa lentamente o sangue para se dirigir particularmente para os rins e fígado. No pâncreas e glândulas salivares há considerável concentração deste metal, enquanto que, no sistema nervoso central e nos testículos, estas concentrações são menores. O órgão crítico, do ponto de vista dos seus efeitos sobre a saúde, são os rins. Calcula-se que cerca de 1/3 do cádmio absorvido em exposição contínua, concentra-se nestes órgãos.

“A exposição aguda de seres humanos a fortes concentrações dos compostos de cádmio por inalação, pode provocar edemas e lesões permanentes ou fatais nos pulmões.” (BATALHA & PARLATORE, 1977:88)

Segundo BENETTI & BIDONE (1993), o cádmio é altamente tóxico, pode determinar a hipertensão arterial, anemia e retardamento de crescimento e morte.

Para ALLOWAY & AYRES (1995) o cádmio é um metal não-essencial, altamente tóxico, que se acumula nos rins de mamíferos e pode causar disfunção renal. Em humanos, os danos no rim diagnosticados pela presença de proteínas de microglobulina são o principal efeito tóxico resultante da exposição crônica ao metal. Concentrações altas de aerossóis de Cd inalados podem causar enfisema e problemas de pulmão.

Há mais perigo deste metal através da cadeia alimentar de solos contaminados do que a maioria dos outros metais. Solos com lodo de esgoto podem conter altas concentrações de Cd, suficientes para causar concentrações elevadas do mesmo em lavouras de alimentos. Embora o lodo de esgoto seja considerado a

principal fonte de Cd em solos, as fontes mais importantes são os fertilizantes fosfatados e emissões industriais.

ALLOWAY & AYRES (1995), comentam que um caso sério de envenenamentos por Cd, aconteceu no Vale de Jintsu, no Toyama Prefecture, no Japão, onde a mineração de Pb-Zn causou a difusão de Zn e contaminação por Cd nos solos aluviais, a maioria dos quais foram usados para produção de arroz no solo molhado. Os fazendeiros do vale vivem principalmente das plantações de arroz em solos molhados e contaminados e, também dependem da água de um rio poluído pelo metal para beber. Após a Segunda Guerra Mundial, foram encontradas mais de 200 mulheres anciãs, as quais todas tinham tido várias crianças que tinham desenvolvido danos nos rins e deformidades no esqueleto. A condição era conhecida como ' itai-itai ' doença que literalmente significa "ai-ai" devido à dor causada pelos ossos deformados.

O arroz que eles consumiam continha dez vezes mais Cd do que a permitida pelos controles locais. Estimou-se que as pessoas no vale tiveram uma absorção de Cd em torno de 600 μg Cd/dia, que é em torno de dez vezes maior que a absorção máxima tolerável de 60-70 μg /dia. Uma pesquisa dos solos molhados em todo o Japão, revelou que 9.5% da área foram significativamente contaminadas com Cd, com um adicional 3.2% de solos planos cultiváveis por de arroz e 7,5% de solos de pomar. A fonte do Cd nestes solos provavelmente são os fertilizantes fosfatados e poluição industrial/minas.

g) Zinco (Zn)

Sobre o zinco BATALHA & PARLATORE (1977), dizem que a presença de deste é comum nas águas naturais, excedendo, num levantamento efetuado nos Estados Unidos, a 20 mg/l em 95 dos 135 mananciais pesquisados. O zinco é

empregado em materiais galvanizados, fins elétricos, pigmentos para pinturas, cosméticos, produtos farmacêuticos, inseticidas, podendo encontrar-se em muitos resíduos industriais

O zinco, ainda segundo BATALHA & PARLATORE (1977) é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. O consumo médio diário de zinco para seres humanos adultos é de 10 a 15 mg/dia e para crianças na idade pré-escolar de 0,3 mg/Kg... A deficiência de zinco nos animais conduz ao atraso do crescimento que pode ser corrigido pela adição de zinco na dieta.

Para ALLOWAY & AYRES (1995), o zinco é um micronutriente, que se constitui como um dos problemas de deficiência mais sério em lavouras no mundo como um todo, especialmente em regiões tropicais e onde os solos se desenvolveram em arenito e em depósitos arenosos. Os humanos podem também ser afetados pelas deficiências e em casos extremos pode causar baixa estatura e atraso na maturidade sexual. No contexto da poluição, o zinco é a principal causa de fitotoxicidade sendo que para animais e humanos é considerada relativamente baixa.

Uma fonte relativamente constante de zinco no meio ambiente, segundo ALLOWAY & AYRES (1995), é o aço galvanizado, na forma de fios para cerca e de telhados.

i) Cromo (Cr)

BATALHA & PARLATORE (1977) comentam que o cromo é raramente encontrado nas águas naturais; contudo, pode ocorrer como contaminante das águas sujeitas a poluição de despejos de curtumes, de indústrias de cromatos e de circulação de águas de refrigeração, onde é usado para controle de corrosão. Pode ser

encontrado na maioria dos sistemas biológicos. Todavia, isto não prova que seja elemento benéfico ou essencial, para o corpo humano. Também não se sabe se resultará em câncer, a ingestão de cromo em qualquer das suas valências.

Segundo BENETTI & BIDONE (1993) o cromo quando inspirado causa câncer. O cromo hexavalente, em concentrações de até 11 mg/l, pode ser tolerado pelo homem por vários anos.

j) Arsênio (As)

Sua presença é natural nas águas, principalmente nas subterrâneas e em algumas águas superficiais. Sua toxidez e a difusão do seu uso como inseticida, rodenticida, fungicida, herbicida, na preservação da madeira e em resíduos industriais de mineração, tornam necessário fixar o limite da sua concentração na água de consumo humano. (BATALHA & PARLATORE, 1977)

Arsênio tem sido adicionado, em pequenas quantidades, nos alimentos dos animais para favorecer o crescimento. A concentração de arsênico nos rins, fígado e paredes do intestino pode conduzir a graves conseqüências. Sabe-se que a ingestão de pequenas quantidades como 100 mg pode provocar envenenamento grave, enquanto que a ingestão de 139 mg é fatal. (BATALHA & PARLATORE, 1977)

“O arsênico tem estado associado à ocorrência de câncer, mas evidências substanciais a partir de estudos e experiências em homens e animais, apoiam a posição de que níveis de arsênico normalmente encontrados no ambiente não causam tumores.” .
(BATALHA & PARLATORE, 1977:74)

O Arsênico, segundo ALLOWAY & AYRES (1995), é um elemento tóxico, não-essenciais, que tem sido usado como um pigmento, pesticida, preservativo para madeira, causando sérios problemas de poluição ambiental

A toxicidade aguda e crônica do arsênico são reconhecidas e a inalação contínua de formas aerotransportadas é conhecido por ser cancerígeno. Cânceres respiratórios tem ocorrido em trabalhadores expostos a isto.

"Muitos destes elementos têm grande significado biológico sendo essenciais ao funcionamento dos organismos, como o zinco (Zn), o manganês (Mn), o cobre (Cu), o ferro (Fe), o cobalto (Co) e o molibdênio (Mo). Mas, se a concentração de alguns destes aumenta no sistema, a inexistência de mecanismos metabólicos que possibilitem sua excreção mais eficaz, faz com que eles venham a se tornar tóxicos, como o chumbo (Pb), o cádmio (Cd), mercúrio (Hg), o níquel (Ni) e o alumínio (Al)." (Kagei e Wixson, 1983¹⁷) (apud FURTADO & SANTOS, 1994)

5.3 – Alternativas para a diminuição do uso de produtos químicos na agricultura

Segundo GUIVANT (1995), a agricultura, como produção de alimentos, só visando uma alta produtividade a curto prazo, deve ser redirecionada no sentido de considerar os agroecossistemas como passíveis de combinação entre produtividade e sustentabilidade. Para tanto a agricultura, entendida como uma totalidade envolvendo diversos níveis de interdependência (troca de energia, ciclo de nutrientes, manutenção das populações etc.) entre cultivo, fauna, solo, floresta e ser humano, deve interatuar com as populações humanas.

Ao resumir de forma abrangente os objetivos das diferentes propostas para uma agricultura sustentável, encontramos o de promover a saúde dos agricultores e consumidores; manter a estabilidade do meio ambiente, mediante incorporação dos processos naturais; assegurar os lucros dos agricultores a longo prazo; e produzir para responder às necessidades atuais da sociedade, considerando-se também as gerações futuras (GUIVANT, 1995).

¹⁷ KAGEY, B. T., WIXSON, B. G. Health implications of coal development. In: THORTON, I. (ed). Applied Environment geochemistry. London: Academic Press. 501 p. p. 41-73

Os dois tipos mais importantes de sustentabilidade agrícola são: a orgânica e a de insumos reduzidos. Enquanto a primeira, pelos seus objetivos, acha-se bem distante da agricultura convencional, a segunda encontra-se mais próxima a ela. A agricultura orgânica é uma forma de produção dirigida ao mercado de consumidores alternativos, mantendo, portanto, uma perspectiva comercial. Ela também se caracteriza pela valorização da agricultura como um modo de vida que busca prover as necessidades de pequenos grupos sociais, e não, resolver o problema global de alimentação (GUIVANT, 1995).

No caso específico da cultura do arroz irrigado, a rizipiscicultura, cultivo de arroz irrigado por inundação consorciado com peixe, é uma alternativa para a diminuição do uso de produtos químicos nas lavouras de arroz, e vem sendo implantada, com bons resultados, pelo técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Santa Catarina – EPAGRI, em algumas propriedades.

Segundo BOLL et. al. o objetivo principal da rizipiscicultura é a produção do arroz, sendo os peixes um subproduto, não se obtendo, portanto, a mesma produtividade da piscicultura propriamente dita.

A tabela 11 apresenta às principais vantagens e desvantagens da rizipiscicultura, segundo BOLL et al. (s.d.)

TABELA 11 - Principais vantagens e desvantagens da prática da rizipiscicultura

ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
I – Redução dos custos de produção do arroz, principalmente no que se refere ao preparo do solo da safra posterior;	I – É necessário a adaptação dos quadros de arroz para a produção de peixes, o que implica em custos adicionais ao produtor;
II – Aumento da renda por unidade de área, obtida com a venda da produção de peixes obtidas nos arrozais	II – É necessário destinar uma parte do Quadro exclusivamente para os peixes, como a construção de refúgio, por exemplo, podendo ocorrer a diminuição da produção de arroz;
III – Exige excelente manejo da água na arrozeira, favorecendo a produção de arroz;	III – Com a necessidade de manejo dos peixes, aumenta o volume de trabalho por unidade de área;
IV – Favorece a manutenção de reservas de água nas regiões de cultivo de arroz, uma vez que aumenta o nível do lençol freático e mantém o solo encharcado (saturado) praticamente todo o ano;	IV – Alguns defensivos agrícolas utilizados no cultivo do arroz são tóxicos para os peixes; além disso, as modernas cultivares de arroz irrigado normalmente são susceptíveis ao acamamento, o que poderá resultar em redução da produção devido ao acamamento;
V – Possivelmente a estocagem de peixes nas arrozeiras reduz a incidência de praga, como a bicheira da raiz (<i>Oryzophagus oryzae</i>), diminuindo o prejuízo dos produtores e contribuindo para a conservação do meio ambiente através da redução do uso de inseticidas;	V – As cultivares modernas de arroz irrigado exigem lâmina de água em torno dos 10-15 cm, a qual está bastante abaixo do recomendado para a produção de peixes;
VI – Possivelmente ocorra um efeito benéfico advindo da presença dos peixes sobre o controle de plantas daninhas, capim-arroz e arroz-vermelho presentes nos quadros de arroz; também neste caso o produtor se beneficia através da redução dos custos de produção e a comunidade se beneficia através da redução do uso de herbicidas;	VI – A rizipiscicultura é mais eficiente quando o produtor tem absoluto controle sobre a irrigação, evitando a presença de peixes indesejáveis e as altas concentrações de defensivos agrícolas na água;
VII – Pode aumentar a produtividade do arroz entre 10 e 40%;	VII – Exigem maiores volumes de água.
VIII – Permite um melhor uso da Terra, com produção de alimentos ricos em carboidratos (arroz) e proteínas (peixe) na mesma área.	

Fonte: BOLL *et al.* (s.d.)

6 - AMOSTRAGEM, ANÁLISES QUÍMICAS E TEORES DE METAIS PESADOS NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO D'ÚNA

6.1 – Coleta das amostras da água superficial

A partir da locação dos pontos de amostragem para análise físico-química da água (figura 25), foram realizadas 3 etapas de campo para coleta.

O material utilizado para a coleta da água foram frascos incolores de 500 ml que foram repetidamente lavados, previamente, com a água do local de coleta. Após o enchimento de cada frasco com a amostra foram pingadas 10 gotas de HNO_3 (Ácido Nítrico concentrado) para sua conservação. Os frascos foram bem fechados e acondicionados em isopores com gelo, para mais tarde serem armazenados em freezer e aguardar a devida análise.

Foram utilizados, ainda, termômetro específico para leitura da temperatura da água “in loco”, com escala de -10°C a 210°C da marca INCOTERM, e medidor de pH, com medidas entre 0 e 14 (Papel Indicador Universal em Tiras de Plástico), com escala quadricromática da marca ANALYTICALS - CARLO ERBA, de fabricação italiana.

Os pontos de amostra foram selecionados no curso dos principais rios que compõem a bacia. Para comparação, algumas amostras foram coletadas em áreas onde não ocorre a prática do cultivo de arroz, porém, a maioria se deu onde este cultivo é praticado. A amostra 9, situada em área de difícil acesso no interior do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, foi considerada como ponto “branco”, ou seja, aquele em que a ação antrópica não se apresenta de forma direta na área.

Na primeira etapa de campo, realizada nos dias 23/24/27 de maio de 1997, foram coletadas 25 amostras (tabela 12). Esta etapa coincidiu com a época de baixa precipitação na área, e o período em que o solo está sendo preparado para nova safra.

A segunda etapa de campo, realizada no dia 15 de novembro de 1997, ocorreu quando da passagem do avião que pulveriza as áreas de arroz. Segundo informações obtidas no campo, essa pulverização se destinaria apenas à semeadura do arroz. Foram coletadas 8 amostras de água, 6 de solo e 7 de vegetação (tabela 12). Alguns destes pontos coincidem com aqueles selecionados na primeira etapa.

A terceira etapa foi realizada quando do retorno, por bombeamento, da água das canchas do arroz para o rio, sendo realizada em 4 dias diferentes, com o objetivo de detectar a maior alteração possível nos teores de metais pesados da água do rio, uma vez que o bombeamento das canchas não ocorre de forma simultânea em todas as propriedades. No primeiro dia (25/02/98) foram coletadas 15 amostras, sendo que 14 em pontos iguais aos da primeira etapa, acrescidas de uma, denominada de "X 1.3" (tabela 12).

No segundo dia desta etapa (01/03/98) foram coletadas amostras de 8 pontos no rio D'Una e em alguns de seus afluentes, coincidindo com alguns daqueles pontos determinados na primeira etapa (Tabela 12).

No dia 12/03/98, foi realizada a terceira coleta desta etapa. Nesta foram retiradas 13 amostras de água, sendo que 12 coincidiam com pontos determinados na 1ª etapa, uma coincidia com o ponto X1.3, nesta denominado de "X1.5", e o último coletado nesta etapa pela primeira vez, o "X2.5" (tabela 12).

A última coleta aconteceu no dia 16/03/98, quando 14 amostras foram retiradas, sendo que 11 encontravam-se em pontos determinados desde o primeiro campo e 3 em pontos posteriormente incluídos, ou seja os pontos "X1.6", "X.2.6", além da inclusão do ponto "X3.6" (Tabela 12).

TABELA 12 - Localização, temperatura e pH dos pontos de coleta de água da Bacia Hidrográfica do Rio D'Una
Maio e Novembro de 1997 e Fevereiro e Março de 1998

AMOSTRA	DATA	C	pH	AMOSTRA	DATA	C	pH	AMOSTRA	DATA	C	pH	AMOSTRA	DATA	C	pH	AMOSTRA	DATA	C	pH	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
LIDU 01	23/05/97	20	6	LIDU 1.2	15.11.97	24	7	LIDU 1.3	25.02.98	25	7	LIDU 1.4	01.03.98	26	6	LIDU 1.5	12.03.98	24	7	Rio D'Una	Maré alta (sizígea) - Balsa - Localidade de Sambaqui
LIDU 02	23/05/97	15	5	LIDU 2.2	15.11.97	24	7		25.02.98	26	7	LIDU 2.4	01.03.98	25	6	LIDU 2.5	12.03.98	23	7	Ponte sobre o Rio Araçatuba (canalizado)	Cultivo de arroz em grande parte de sua planície
LIDU 03	23/05/97	10	6	LIDU 3.2	15.11.97	26	7		25.02.98	25	7					LIDU 3.5	12.03.98	24	7	Rio D'Una	Antes da confluência do Rio Araçatuba
LIDU 04	23/05/97	17	6	LIDU 4.2	15.11.97	23	7	LIDU 4.3	25.02.98	25	7									Rio Chicão	Trecho do rio encachoeirado
LIDU 05																					
LIDU 06	23/05/97	14	6	LIDU 6.2	15.11.97	26	7	LIDU 6.3	25.02.98	24	7									Rio Forquilha	Ponte na localidade de Águas Mornas
LIDU 07	23/05/97	15	6	LIDU 7.2	15.11.97	25	7	LIDU 7.3	25.02.98	25	7									Rio Chicão	Ponte - local com algumas residências
LIDU 08	23/05/97	14	6	LIDU 8.2	15.11.97			LIDU 8.3	25.02.98	24	7									Rio D'Una	Ponte a montante de área de extração de areia
LIDU 09	24/05/97	14	6	LIDU 9.2	15.11.97			LIDU 9.3	25.02.98	24	7									Rio Espraiado	Ponto branco - Localidade de Espraiado
LIDU 10	24/05/97	14	6	LIDU 10.2	15.11.97	25	6	LIDU 10.3	25.02.98	24	7									Rio Espraiado	Ponte próxima à Igreja Nsa. Sra. de Fátima-Espraiado
LIDU 11	24/05/97	14	5					LIDU 11.3	25.02.98	25	6									Alfente da margem esquerda do Rio D'Una	O rio está sem nomenclatura na folha topográfica
LIDU 12	24/05/97	14	6					LIDU 12.3	25.02.98	28	8									Caminho para a localidade de Águas Mornas	Jusante da captação da ALUMINAR
LIDU 13	24/05/97	14	6						25.02.98	26	7	LIDU 13.4	01.03.98	24	7					Rio Cachoeira dos Inícios	Alfente da margem direita do Rio D'Una
LIDU 14	24/05/97	15	5					LIDU 14.3	25.02.98	24	6									Rio Cachoeira dos Inícios	Ponte próxima a residências
LIDU 15	24/05/97	20	6					LIDU 15.3	25.02.98	26	7					LIDU 15.5	12.03.98	24	7	Rio D'Una	Ponte próxima à foz do Rio D'Una na Lagoa do Mirim
LIDU 16	24/05/97	19	7					LIDU 16.3								LIDU 16.5	12.03.98	24	6	Lagoa do Mirim	Próximo à foz do Rio D'Una
LIDU 17	24/05/97	19	6					LIDU 17.3								LIDU 17.5	12.03.98	24	7	Foz do Rio D'Una	Lagoa do Mirim
LIDU 18																					
LIDU 19	27/05/97	16	6					LIDU 19.3				LIDU 19.4	01.03.98	26	6					Ponte sobre o Rio Araçatuba na BR-101	Ponte na BR - 101
LIDU 20	27/05/97	16	5									LIDU 20.4	01.03.98	24	7	LIDU 20.5	12.03.98	23	7	Rio D'Una	Localidade de Penhinha - Captação da CASAN
LIDU 21	27/05/97	16	4													LIDU 21.5	12.03.98	23	7	Rio D'Una	Ponto a montante da captação de água da CASAN
LIDU 22	27/05/97	16	6													LIDU 22.5	12.03.98	24	7	Rio D'Una	Ponto a jusante da captação de água da CASAN
LIDU 23	27/05/97	16	6									LIDU 23.4	01.03.98	24	7					Rio Ana Matias	Alfente do Rio D'Una - Área de reflorestamento
LIDU 24	27/05/97	19	6													LIDU 24.5	12.03.98	23	7	Rio D'Una	Área de cultivo de arroz
LIDU 25	27/05/97	19	6													LIDU 25.5	12.03.98	23	6	Rio D'Una	Área de arrozal a jusante da balsa
								LIDU X1								LIDU X 1.5	12.03.98	26	7	Rio D'Una	Área de arrozal - água turva - presença de espuma
																LIDU X 2.5	12.03.98	24	6	Rio D'Una	Área de arrozal - água turva - presença de espuma
																LIDU X 3.6	16.03.98	21	6	Rio D'Una	Área de arrozal - água turva - presença de espuma

OBS. A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

O fato de terem sido incluídos alguns pontos, denominados de “X”, deve-se ao fato de se observar em campo a presença de água bastante turva com espuma, além de exalar odores diferentes dos “normais”, até então constatados (Figura 26, 27 e 28).

Segundo alguns moradores das proximidades da Lagoa do Mirim e do Rio D'Una, em grande parte pescadores, novembro e março são os meses em que o pescado “apresenta forte gosto de ‘pó de gafanhoto’, não sendo possível consumi-los.”

Estas observações vão contra o que vigora na legislação pertinente. A bacia do rio D'Una está enquadrada na Portaria nº 024/79 como rio de classe I que, segundo o Decreto Estadual nº 14.250/81, não pode receber nenhum tipo de efluente, mesmo que tratado, sendo seu objetivo o abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, além da preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. A Legislação Federal, ou seja a Resolução nº CONAMA 020/86, orienta da mesma forma o uso das águas classificadas como classe especial, que equivale a classe I da legislação Estadual.

Quanto aos índices máximos permitidos de substâncias encontradas nos rios classificados como os da Bacia do Rio D'Una, nenhum valor é admitido uma vez que nestes deve prevalecer a qualidade natural do corpo d'água.



Março/98

FIGURA 26 – Foto do Rio D'Una (ponto X.1), com águas de aspecto turvo e presença de espuma



Março/98

FIGURA 27 – Foto do Rio D'Una (ponto X.2), com águas de aspecto turvo, e presença de espuma



março/98

FIGURA 28 – Foto do rio D'Una (ponto x.3), com águas de aspecto turvo, e presença de espuma

De acordo com o mapa de uso do solo, e as observações de campo, os pontos que ficam em área de arroz ou que sofrem influência deste uso, são: 1, 2, 3, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24 e 25. Destes, só o ponto 19 não se encontra no rio principal, está localizado no rio Araçatuba, principal afluente da margem esquerda do rio D'Una.

As áreas de **culturas diversas** estão nos pontos 4, 6, 7, 8, 11, 10, 12, e 14. Nesta estão inclusas áreas de capoeirinha, capoeirão, pastagem e cultivos como cana-de-açúcar, fumo, feijão, milho e mandioca.

Em áreas de **mata** encontram-se os pontos 9, 13 e 23. O ponto 9, escolhido como o ponto branco, fica dentro da área do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, local onde predomina a Floresta Tropical Atlântica, em diversos estágios de regeneração. Os pontos 13 e 23 estão fora dos domínios do referido Parque, sofrendo influência de áreas de reflorestamento de *Pinus Elliotti*.

6.2 – Análise Química e resultados

A análise das águas coletadas foi realizada no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Catarina pelo Professor Doutor Roldão Roosevelt U. de Queiroz. Por razões instrumentais todas as amostras foram previamente filtradas em papel Whatman 402; desta forma os resultados referem-se exclusivamente aos metais dissolvidos na água, mesmo naquelas amostras que continham, originalmente, sólidos em suspensão (especialmente as de fev/mar//98).

O processo utilizado para a análise química foi o *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – ICP-MS* descrito por LAJUNEN, 1992:

O ICP-MS pode ser usado para análise qualitativa e quantitativa de elementos-traço e determinação de radioisótopos. Cátions e ânions podem ser estudados. Além disso, as vantagens de usá-lo é a de conseguir detectar limites extremamente baixos, amplo alcance linear e não possuir um espectro simples. Normalmente a amostra é introduzida na forma de solução no plasma, mas análise direta de amostras gasosas e sólidas também é possível.

No ICP-MS o plasma fica na posição horizontal, e trabalha abaixo da pressão normal. Um cone é colocado entre o plasma e o espectromedidor de massa. Os ions produzidos no ICP são transferidos para o espectromedidor através de um pequeno orifício (aproximadamente 1 mm de diâmetro) no cone.

O limite de detecção do instrumento, para mais de 60 elementos, está entre 0.03 e 0.3 ppm. O limite de detecção do instrumentos para halógenos, fósforos e enxofre está entre 0.001 e 1 ppm.

O ICP-MS usa a mesma técnica de introdução das amostras usada por muitos anos na ótica ICP-AES. Normalmente, as amostras sólidas são dissolvidas por um método apropriado (digestão úmida ou seca, fusão, dissolução por pressão, etc.).

Os parâmetros selecionados para a análise da água foram eleitos através de estudos anteriores em áreas de arroz, e por sugestão do Professor Roldão de Queiroz, do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, responsável pelas análises químicas. Esta primeira etapa das investigações conclui que em áreas de arroz, os metais pesados mais encontrados são: cromo (Cr), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), tálio (Tl) e chumbo (Pb).

Os resultados da medição dos parâmetros temperatura (°C) e pH, no campo, e as concentrações dos metais analisados em cada uma das etapas, são apresentadas nas tabelas 13 (1ª etapa - dias 23/24 e 7/1997); 15 (2ª etapa - dia 15 de novembro/1997) e 16 (3ª etapa dias 25/fevereiro e 01/12 e 16/março/1998). Nos pontos onde foram efetuadas mais de uma coleta (3ª etapa), os dados se referem àquela que apresentou, no conjunto, os maiores valores de concentração. Da tabela 16 foram suprimidas as amostras 5 e 18, por não ter sido possível efetuar a análise química das mesmas.

As tabelas 14 e 17 mostram os resultados de cálculo de correlação observada entre os metais analisados, respectivamente, na 1ª etapa (conforme resultados da tabela 13) e 3ª etapa (conforme resultados da tabela 15). Os cálculos de correlação foram efetuados utilizando-se o programa Excel 97 for Windows.

Os resultados relativos à 2ª etapa foram considerados como meramente demonstrativos, já que se referem não só a amostras de água, mas também de solos e de plantas, em que os mecanismos de concentração diferem, invalidando qualquer teste de correlação.

A tabela 18 permite uma comparação direta dos resultados das análises químicas referentes à 1ª e 3ª etapas.

TABELA 13 - Resultado da concentração (ppm) de metais pesados analisados na água da Bacia do Rio D'Una com os totais para cada elemento e para cada ponto de amostragem - Maio de 1997

AMOSTRAS			METAIS PESADOS ANALISADOS											Total
Mai/97	C	pH	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Ti	Pb		
1	20	6	0,04	0,12	24,24	2,52	11,54	0,02	0,09	0,08	0,01	19,15		
2	15	5	0,10	0,19	1,15	0,58	15,28	0,01	0,00	0,00	0,01	0,51		
3	10	6	0,03	0,08	10,13	1,39	30,35	0,01	0,08	0,00	0,01	5,53		
4	17	6	0,09	0,02	0,46	0,54	33,52	0,00	0,00	0,00	0,01	0,48		
5														
6	14	6	0,08	0,09	1,33	0,53	14,76	0,00	0,04	0,00	0,02	2,02		
7	15	6	0,15	0,09	0,16	0,64	19,42	0,01	0,00	0,00	0,01	0,44		
8	14	6	0,15	0,22	5,75	1,11	118,75	0,01	0,00	0,00	0,02	1,51		
9	14	6	0,16	0,02	0,95	0,61	24,16	0,01	0,00	0,00	0,01	0,51		
10	14	6	0,10	0,04	1,88	1,69	56,83	0,00	0,00	0,00	0,01	1,22		
11	14	5	0,08	0,03	3,20	1,51	32,41	0,00	0,08	0,00	0,01	1,35		
12	14	6	0,19	0,10	2,27	0,91	71,72	0,01	0,00	0,00	0,01	1,81		
13	14	6	0,16	0,05	1,52	0,69	49,23	0,01	0,00	0,00	0,01	0,78		
14	15	5	0,00	0,14	3,58	0,77	80,38	0,00	0,31	0,00	0,01	2,98		
15	20	6	0,24	0,13	2,71	1,27	4,44	0,05	0,00	0,00	0,01	0,79		
16	19	7	0,28	0,27	7,20	1,14	6,02	0,10	0,00	0,00	0,02	0,75		
17	19	6	0,41	0,24	7,20	2,20	156,33	0,13	0,00	0,00	0,02	2,01		
18														
19	16	6	0,31	0,14	4,34	1,66	62,04	0,01	0,00	0,00	0,01	1,29		
20	16	5	0,00	0,23	5,44	1,09	144,09	0,01	0,85	0,00	0,02	3,64		
21	16	4	0,00	0,06	4,04	1,30	66,88	0,01	0,26	0,00	0,01	2,23		
22	16	6	0,21	0,20	1,56	2,48	39,59	0,01	0,00	0,00	0,01	1,92		
23	16	6	0,11	0,10	4,49	1,47	62,55	0,00	0,26	0,00	0,02	2,20		
24	19	6	0,26	0,42	1,35	1,48	22,60	0,01	0,00	0,00	0,03	1,87		
25	19	6	0,00	0,08	2,66	0,63	42,96	0,01	0,16	0,00	0,01	1,78		
Total			3,11	2,93	73,36	25,70	1154,31	0,43	2,04	0,00	0,30	37,60		

OBS. 1 - Análises efetuadas em ICP-MS, no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
2 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

TABELA 14 - Correlação da Concentração de metais pesados em águas da Bacia do Rio D'Una
Maio de 1997

	C	pH	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Tl	Pb
C	1											
pH	0,20021	1										
Cr	0,345396	0,535386	1									
Co	0,422845	0,133827	0,414913	1								
Ni	0,260564	0,093113	-0,11065	0,123264	1							
Cu	0,294361	0,092586	0,364206	0,260815	0,566936	1						
Zn	-0,05463	-0,19825	0,169599	0,09611	0,025526	0,258696	1					
As	0,497173	0,34386	0,654603	0,421689	0,243199	0,304776	0,194656	1				
Cd	-0,00398	-0,52071	-0,52629	0,115324	0,136587	-0,0605	0,384474	-0,17739	1			
Hg	0,357282	0,072169	-0,18758	-0,00606	0,863904	0,446939	-0,19942	-0,00845	0,00475	1		
Tl	0,25363	0,254222	0,220492	0,651398	0,135762	0,129178	0,299598	0,260136	0,142926	-0,00489	1	
Pb	0,232273	-0,00512	-0,27945	0,036391	0,927457	0,505578	-0,07901	-0,02995	0,167094	0,950147	0,072049	1

TABELA 15 - Resultado da análise química (ppm) da água, solo e vegetação coletadas na Bacia do Rio D'Una
Novembro de 1997

AMOSTRAS		METAIS PESADOS ANALISADOS										
Nov/97	C	pH	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Tl	Pb
1 - Água	24	7	0,00	0,70	15,79	4,68	9,25	0,04	0,00	0,00	0,02	1,00
1 - Solo	24	7	0,00	17,01	0,00	12,64	5,04	0,00	5,88	26,85	0,00	1,25
1 - Vegetação	26	7	0,00	0,00	0,00	16,43	7,02	0,00	6,12	31,77	0,00	1,15
2 - Água	23	7	0,00	2,50	32,95	5,07	16,45	0,08	0,04	0,00	0,03	1,43
2 - Solo	22	7	0,00	27,61	26,73	89,55	38,81	0,41	28,79	6,14	0,00	6,82
2 - Vegetação	26	7										
3 - Água	25	7	0,00	0,66	16,17	2,76	11,00	0,08	0,00	0,00	0,03	2,35
4 - Água			0,00	3,55	40,99	7,97	20,70	0,20	0,00	0,00	0,052	9,83
4 - Solo			0,00	43,41	447,79	150,02	59,95	0,02	47,74	0,00	0,59	16,14
4 - Vegetação	25	6	0,00	0,00	0,00	685,89	0,00	0,00	2,05	15,98	0,00	71,14
5 - Água			0,00	0,61	15,23	4,76	9,38	0,02	0,00	0,00	0,02	1,00
6 - Água			0,00	0,87	22,49	7,72	13,29	0,07	0,00	0,00	0,01	1,48
7 - Água			0,00	0,86	19,68	3,38	10,02	0,07	0,00	0,00	0,02	1,51

OBS. 1 - Análise efetuadas em ICP-MS, no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

TABELA 16 - Resultado da análise química (ppm) das águas coletadas na Bacia do Rio D'Una com os totais para cada elemento e para cada ponto de amostragem Fevereiro/Março de 1998

METAIS PESADOS ANALISADOS												
AMOSTRAS		C	pH	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Tl	Pb	Total
Fev/Mar/98												
1		25	7	0,41	18,78	4,50	8,64	0,03	0,00	0,01	1,38	33,75
2		26	7	2,15	85,76	6,20	16,50	0,07	0,00	0,00	59,13	169,81
3		25	7	1,42	38,41	7,58	10,87	0,20	0,02	0,02	2,87	61,39
4		25	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
5												
6		24	7	0,77	15,23	2,58	8,41	0,00	0,00	0,18	0,40	27,57
7		25	7	0,02	0,00	0,00	1,54	0,01	0,00	0,01	0,44	2,00
8		24	7	0,15	0,00	0,13	3,66	0,02	0,00	0,02	0,00	3,98
9		24	7	0,00	0,00	0,08	0,46	0,00	0,00	0,01	0,00	0,55
10		24	7	0,00	0,00	0,00	1,69	0,01	0,00	0,01	0,00	1,71
11		25	6	0,39	11,16	3,37	8,28	0,00	0,00	0,01	0,22	23,43
12		28	8	0,06	0,00	0,25	5,02	0,01	0,00	0,02	0,00	5,36
13		24	7	0,43	15,58	3,22	7,07	0,00	0,00	0,00	0,38	26,68
14		24	6	0,02	0,00	0,02	0,85	0,01	0,00	0,02	0,00	0,92
15		24	7	1,16	22,26	2,45	4,82	0,13	0,00	0,00	0,79	31,62
16		28	8	1,24	35,81	7,32	10,35	0,03	0,03	0,01	5,18	59,97
17		26	7	0,42	40,36	7,05	12,34	0,05	0,02	0,01	3,53	63,78
18												
19		24	6	0,67	10,37	1,88	6,50	0,03	0,00	0,01	0,83	20,29
20		24	7	0,64	18,72	2,91	8,32	0,02	0,00	0,03	1,09	31,73
21		23	7	0,83	23,73	5,48	8,15	0,02	0,00	0,01	0,93	39,15
22		24	7	0,88	18,91	4,55	8,90	0,02	0,04	0,02	1,41	34,73
23		24	7	0,58	15,40	4,35	8,19	0,01	0,00	0,05	10,78	39,36
24		23	7	0,77	27,71	5,12	8,10	0,10	0,00	0,02	0,87	42,69
25		24	7	0,54	16,66	2,88	7,10	0,05	0,00	0,02	0,44	27,69
X1		20	6	0,41	38,26	4,69	8,34	0,01	0,00	0,01	0,68	52,40
X2		24	6	2,03	15,10	2,82	8,71	0,12	0,18	0,04	4,84	33,84
X3		21	6	0,47	22,42	3,97	6,82	0,27	0,00	0,00	1,80	35,75
Total				16,46	490,63	83,40	179,63	1,214	0,285	0,5644	97,99	

OBS.1 - Análises efetuadas em ICP-MS, no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
2 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

TABELA 17 - Correlação da concentração de metais pesados em águas da Bacia do Rio D'Una
Fevereiro/Março de 1998

	C	pH	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Tl	Pb
C	1									
pH	0,579487	1								
Co	0,079471	0,084319	1							
Ni	0,020388	0,13715	0,74477	1						
Cu	0,010666	0,205247	0,65546	0,820864	1					
Zn	0,078036	0,204254	0,759873	0,867391	0,889292	1				
As	-0,26691	-0,12866	0,47901	0,376568	0,413294	0,328481	1			
Cd	0,052177	-0,14557	0,555758	0,061605	0,148686	0,218457	0,25679	1		
Tl	-0,04137	0,10709	0,111491	-0,08175	-0,02225	0,121794	-0,14373	0,095225	1	
Pb	0,21516	0,093956	0,597453	0,757744	0,351453	0,556965	0,118366	0,018568	-0,08898	1

TABELA 18 - Resultados das análises química (ppm) das águas coletadas na Bacia do Rio D'Una
Maio/97 - Fev/Mar/98

AMOSTRAS	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98	Mai/97	Fev/Mar/98
	Cr	Cr	Hg	Hg	Ni	Ni	Cu	Cu	Zn	Zn	As	As	Cd	Cd	Co	Co	Ti	Ti	Pb	Pb				
1	0,04	0	0,08	0	24,24	18,78	2,52	4,50	11,54	8,64	0,02	0,03	0,09	0	0,12	0,41	0,01	0,01	19,15	1,38				
2	0,10	0	0	0	1,15	85,76	0,58	6,20	15,28	16,50	0,01	0,07	0,00	0	0,19	2,15	0,01	0	0,51	59,13				
3	0,03	0	0	0	10,13	38,41	1,39	7,58	30,35	10,87	0,01	0,20	0,08	0,02	0,08	1,42	0,01	0,02	5,53	2,87				
4	0,09	0	0	0	0,46	0	0,54	0,00	33,52	0	0,00	0	0,00	0	0,02	0,00	0,01	0,02	0,48	0				
5																								
6	0,08	0	0	0	1,33	15,23	0,53	2,58	14,76	8,41	0,00	0,002	0,04	0	0,09	0,77	0,02	0,18	2,02	0,40				
7	0,15	0	0	0	0,16	0	0,64	0,00	19,42	1,54	0,01	0,01	0,00	0	0,09	0,02	0,01	0,01	0,44	0,44				
8	0,15	0	0	0	5,75	0	1,11	0,13	118,75	3,66	0,01	0,02	0,00	0	0,22	0,15	0,02	0	1,51	0				
9	0,16	0	0	0	0,95	0	0,61	0,08	24,18	0,46	0,01	0	0,00	0	0,02	0,00	0,01	0	0,51	0				
10	0,10	0	0	0	1,88	0	1,69	0	56,83	1,69	0,00	0,01	0,00	0	0,04	0,00	0,01	0	1,22	0				
11	0,08	0	0	0	3,20	11,16	1,51	3,37	32,41	8,28	0,00	0	0,08	0	0,03	0,39	0,01	0	1,35	0,22				
12	0,19	0	0	0	2,27	0	0,91	0,25	71,72	5,02	0,01	0,01	0,00	0	0,10	0,06	0,01	0	1,81	0				
13	0,16	0	0	0	1,52	15,58	0,69	3,22	49,23	7,07	0,01	0,005	0,00	0	0,05	0,43	0,01	0,0	0,78	0,38				
14	0,00	0	0	0	3,58	0	0,77	0,02	80,38	0,85	0,00	0,01	0,31	0	0,14	0,02	0,01	0	2,98	0				
15	0,24	0	0	0	2,71	22,26	1,27	2,45	4,44	4,82	0,05	0,13	0,00	0	0,13	1,16	0,01	0,00	0,79	0,79				
16	0,28	0	0	0	7,20	35,81	1,14	7,32	6,02	10,35	0,10	0,03	0,00	0,03	0,27	1,24	0,02	0,01	0,75	5,18				
17	0,41	0	0	0	7,20	40,36	2,20	7,05	156,33	12,34	0,13	0,05	0,00	0,02	0,24	0,42	0,02	0,01	2,01	3,53				
18																								
19	0,31	0	0	0	4,34	10,37	1,66	1,88	62,04	6,50	0,01	0,03	0,00	0	0,14	0,67	0,01	0,01	1,29	0,83				
20	0,00	0	0	0	5,44	18,72	1,09	2,91	144,09	8,32	0,01	0,02	0,85	0	0,23	0,64	0,02	0,03	3,64	1,09				
21	0,00	0	0	0	4,04	23,73	1,30	5,48	66,88	8,15	0,01	0,02	0,26	0	0,06	0,83	0,01	0,01	2,23	0,93				
22	0,21	0	0	0	1,56	18,91	2,48	4,55	39,59	8,90	0,01	0,02	0,00	0,04	0,20	0,88	0,01	0,02	1,92	1,41				
23	0,11	0	0	0	4,49	15,40	1,47	4,35	62,55	8,19	0,00	0,01	0,26	0	0,10	0,58	0,02	0,05	2,20	10,78				
24	0,26	0	0	0	1,35	27,71	1,48	5,12	22,60	8,10	0,01	0,10	0,00	0	0,42	0,77	0,03	0,02	1,87	0,87				
25	0	0	0	0	2,66	16,66	0,63	2,88	42,96	7,10	0,01	0,05	0,16	0	0,08	0,54	0,01	0,02	1,78	0,44				

Obs - a amostra 9 corresponde ao "ponto branco"

6.3 – Análise dos resultados

A partir dos resultados obtidos foram construídos gráficos para melhor visualização e análise.

As figuras 29 e 30 mostram o comportamento das concentrações dos metais pesados analisados ao longo do rio d'una, iniciando no ponto 9 (ponto branco) até o ponto 16, na lagoa do mirim.

Já os gráficos de comparação das concentrações obtidas para as amostras coletadas em maio de 1997 e de fevereiro/março de 1998 para cada elemento analisado, estão representadas nas figuras 31 a 38, sendo resultado das tabelas 13 e 16. Para os elementos cromo e mercúrio, não foram elaborados tais gráficos, uma vez que estes não foram detectados nas amostras referentes a março de 1998.

FIGURA 29 - Concentração dos metais pesados analisados (ppm) dos pontos localizados no Rio D'Una, desde o ponto branco (9) até sua foz na Lagoa do Mirim - Maio/1997

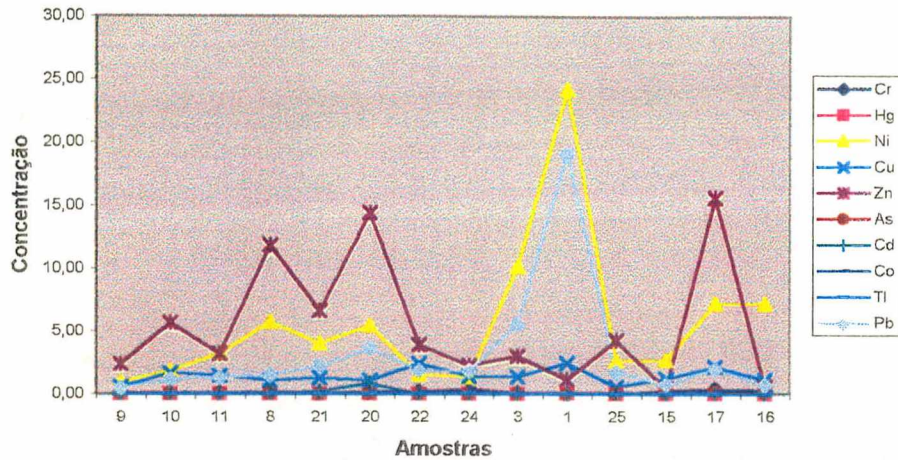
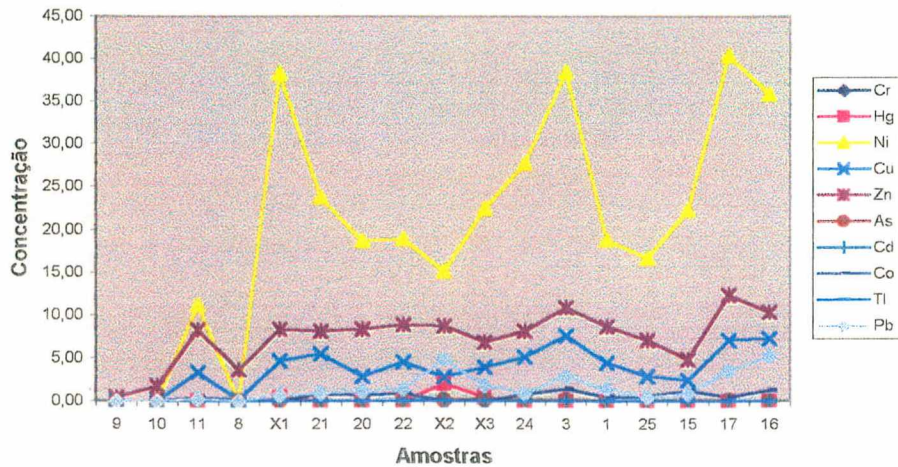
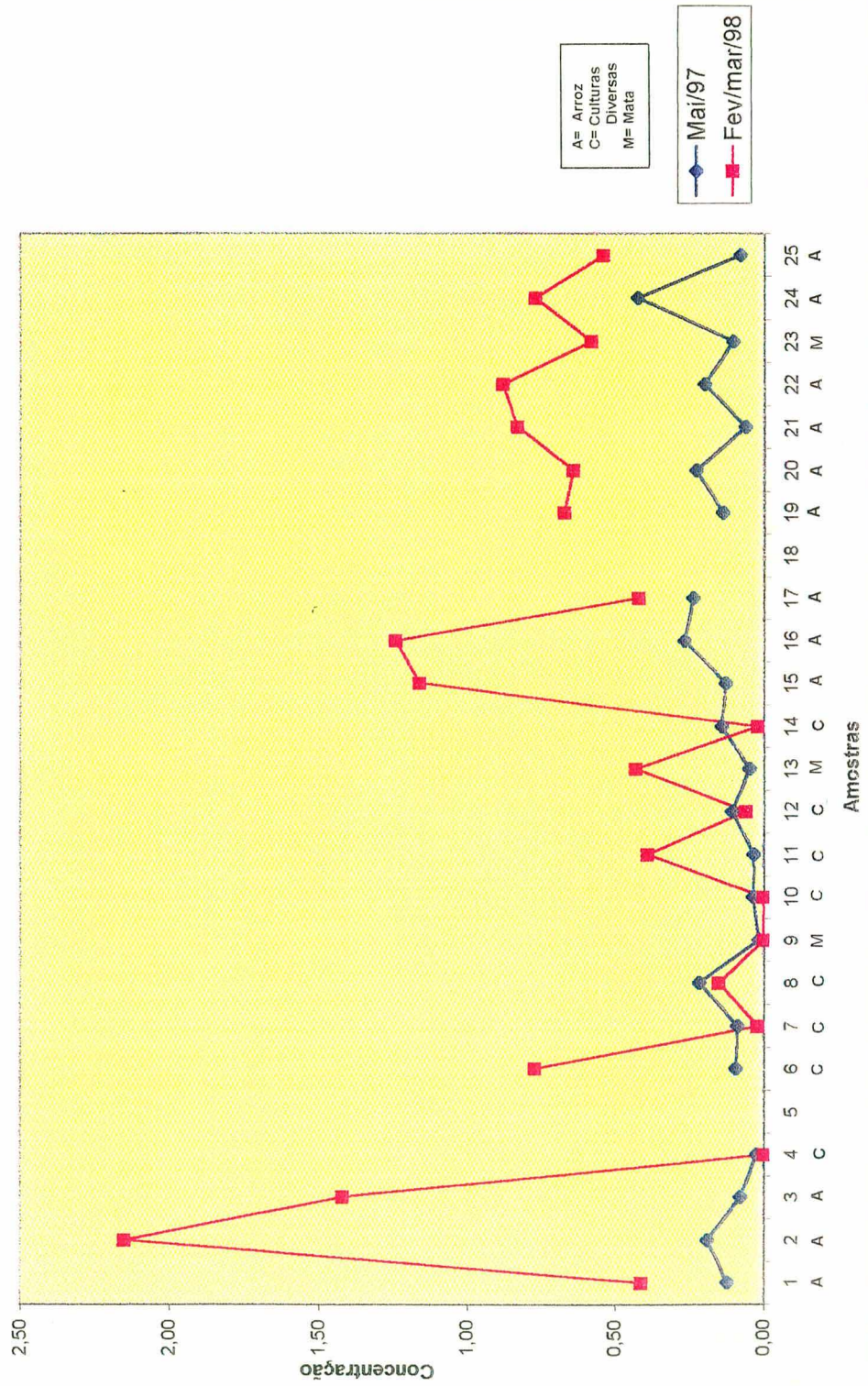


FIGURA 30 - Concentração dos metais pesados analisados (ppm) dos pontos localizados no Rio D'Una desde o ponto branco (9) até a sua foz na Lagoa do Mirim - Março/1998



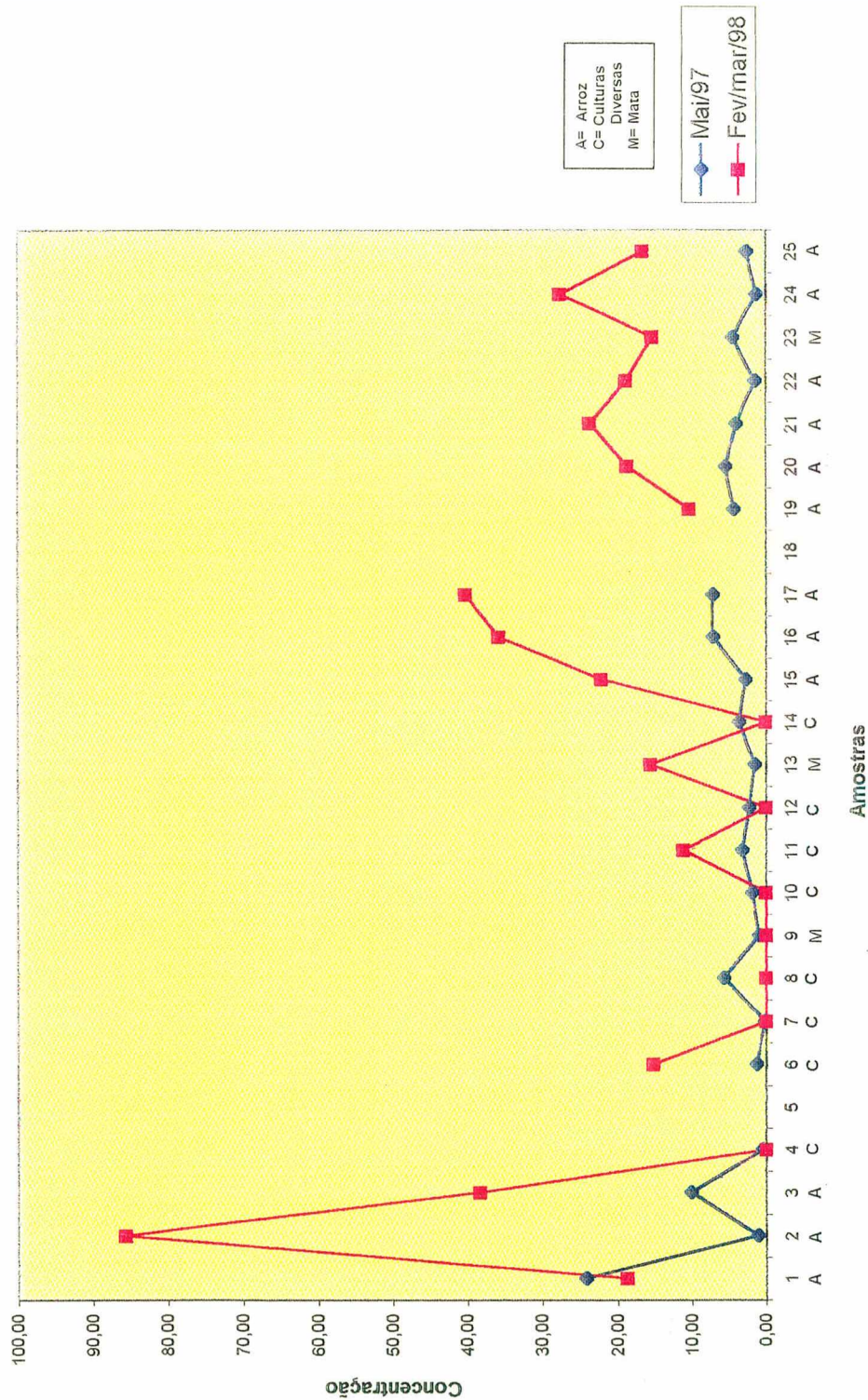
Obs. os valores de zinco/97 foram divididos por 10, pois estes são muito maiores que os demais, o que dificulta a visualização da concentração, no gráfico.

FIGURA 31 - Comparação da concentração de Cobalto (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Mai/97 -Fevereiro/ Março/98



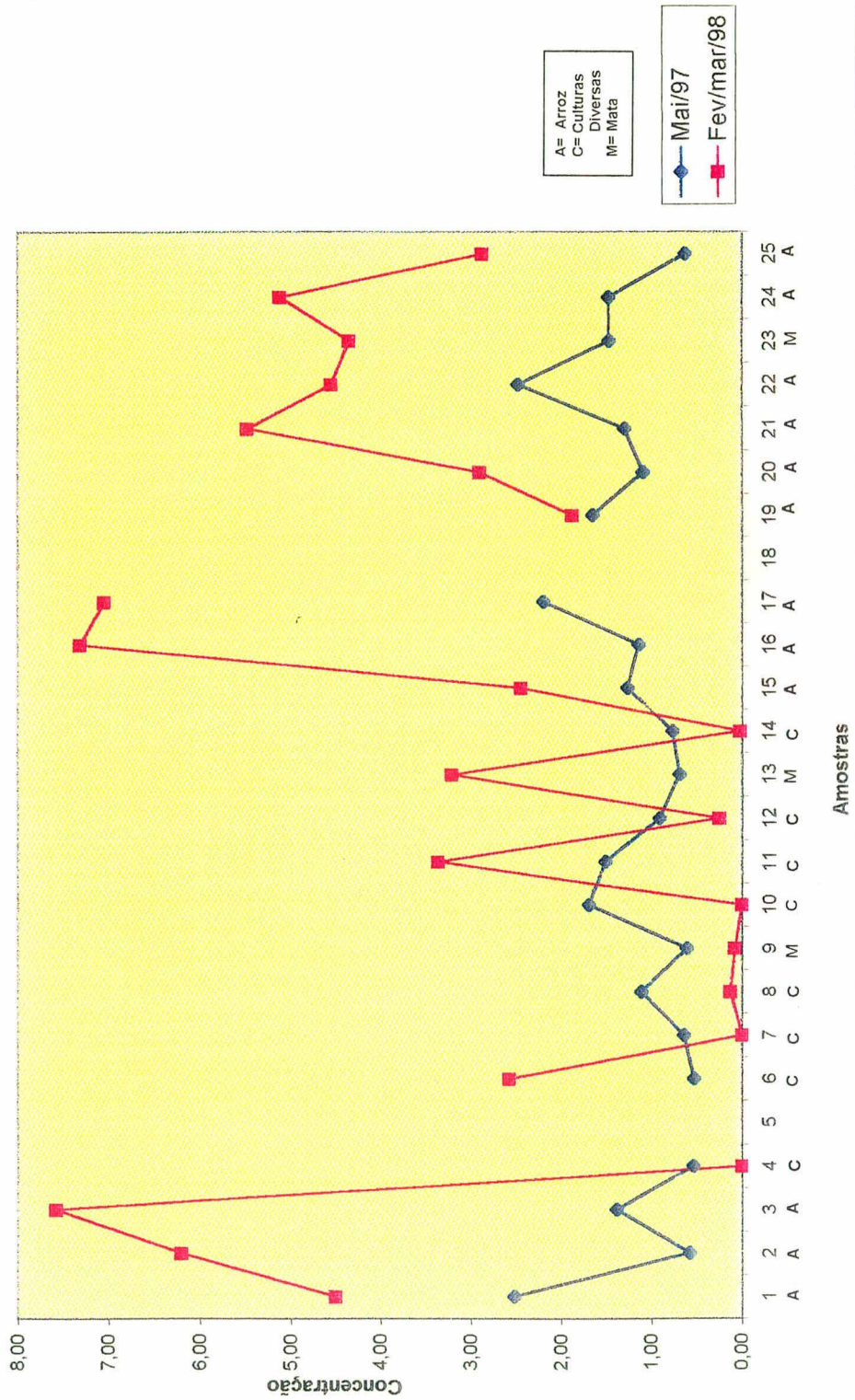
Obs. 1 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 32 - Comparação da concentração de Níquel (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Maio/97 - Fevereiro/Março/98



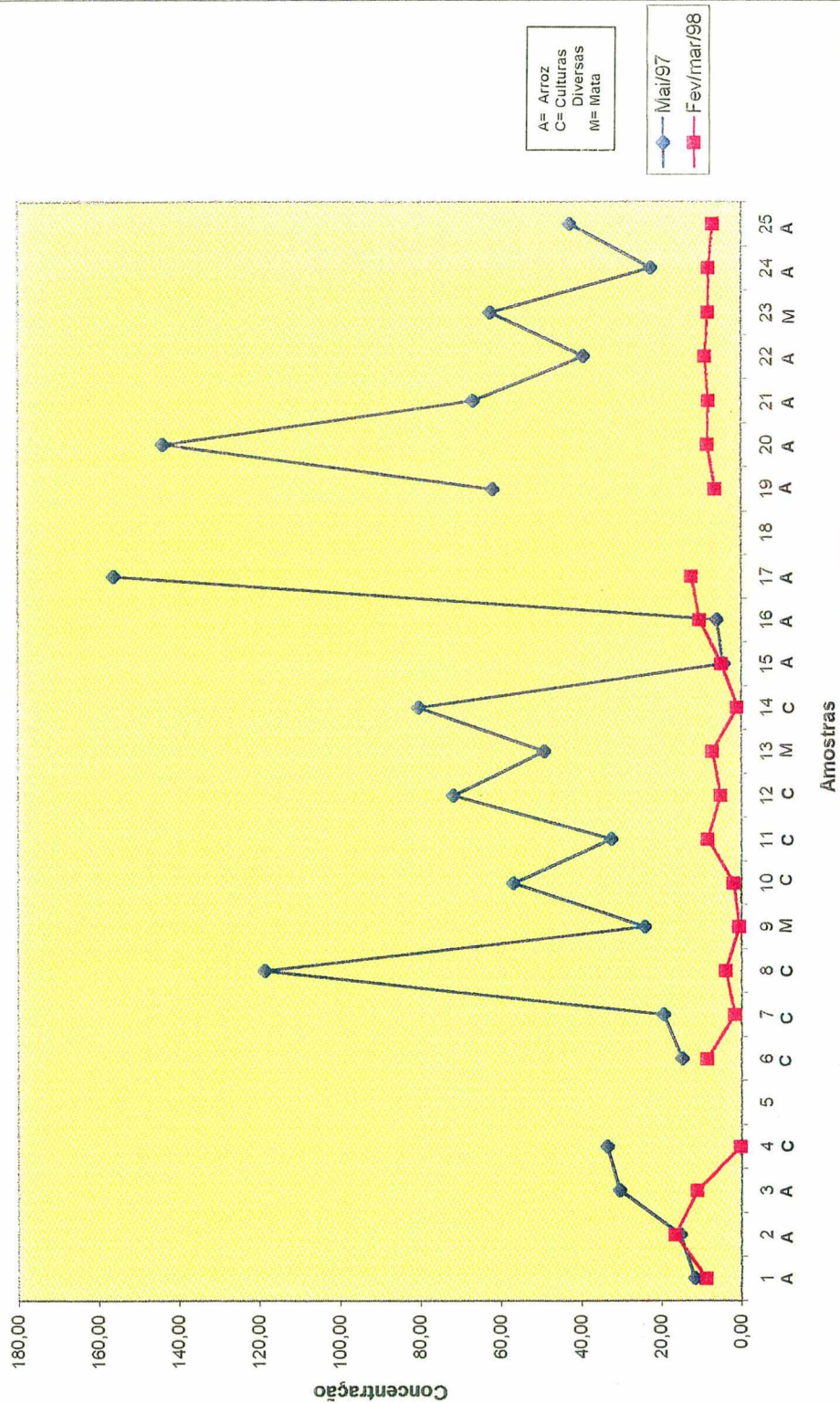
Obs. 1 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 33 - Comparação da concentração do Cobre (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Maio/97 - Fevereiro/Março/98



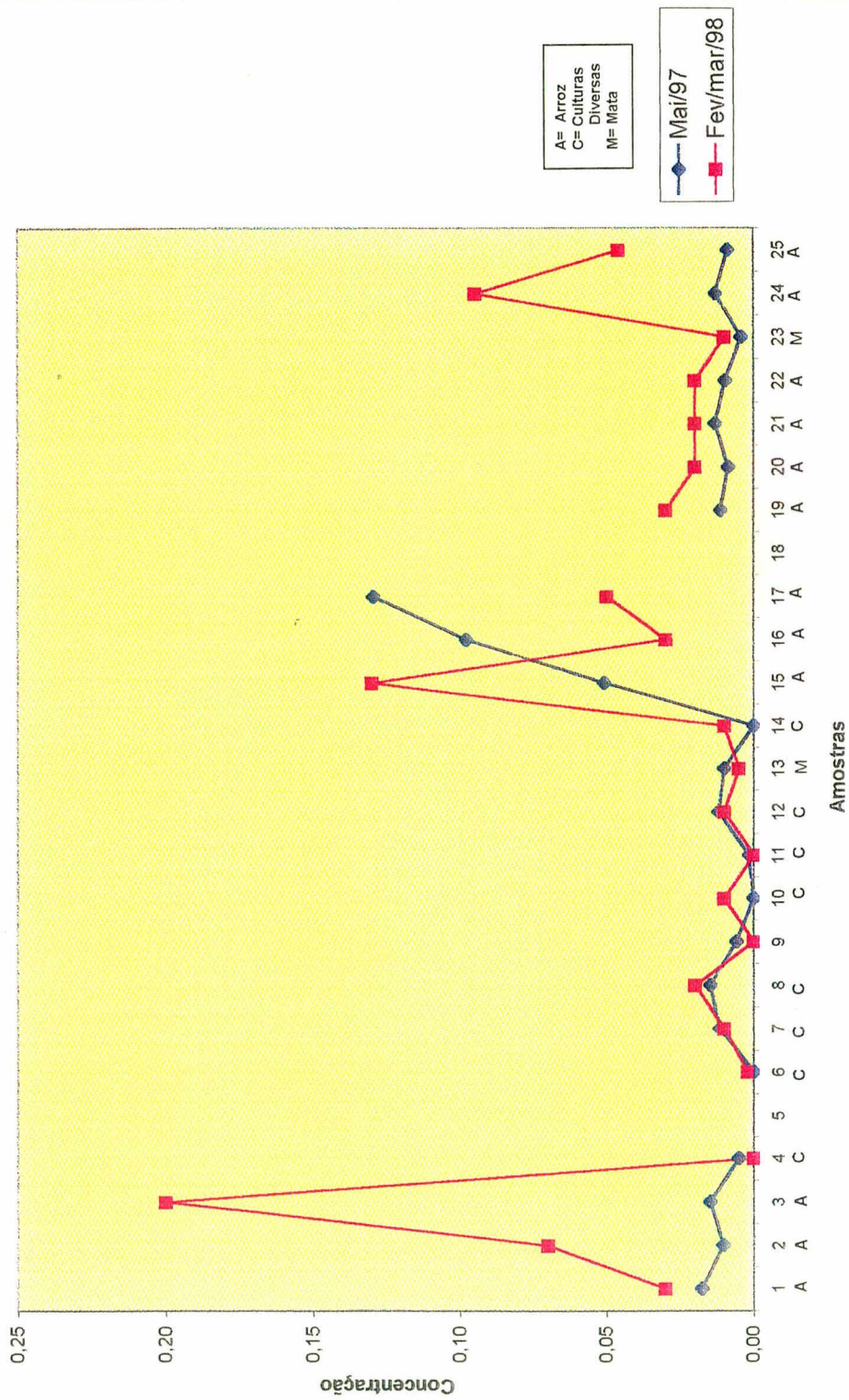
Obs. 1 - A amostra 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 34 - Comparação da concentração de Zinco (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Maio/98 - Fevereiro/Março/98



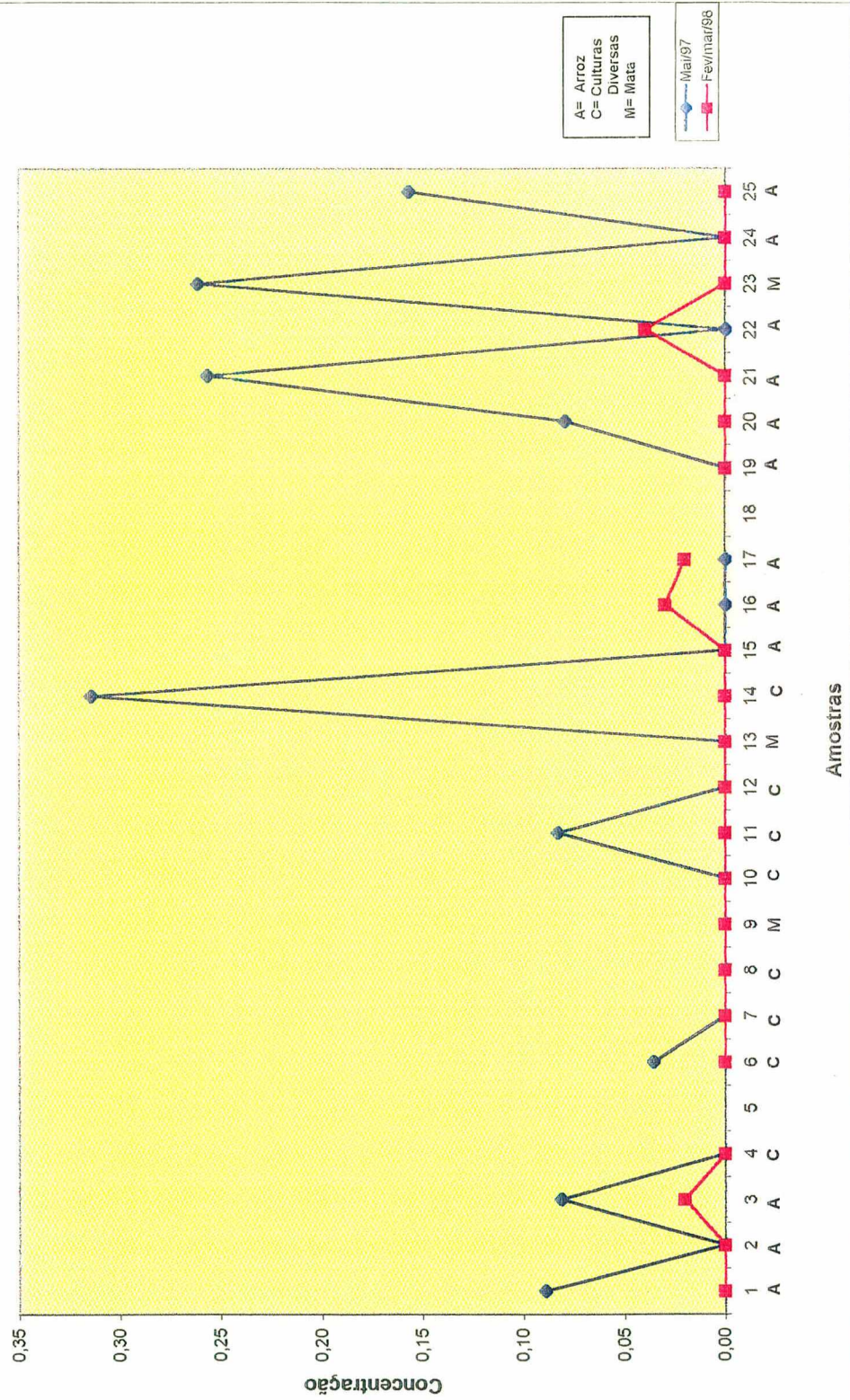
Obs. 1 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 35 - Comparação da concentração do Arsênio (ppm) na Bacia do Rio D'Una -
Maio/97 - Fevereiro/Março/98



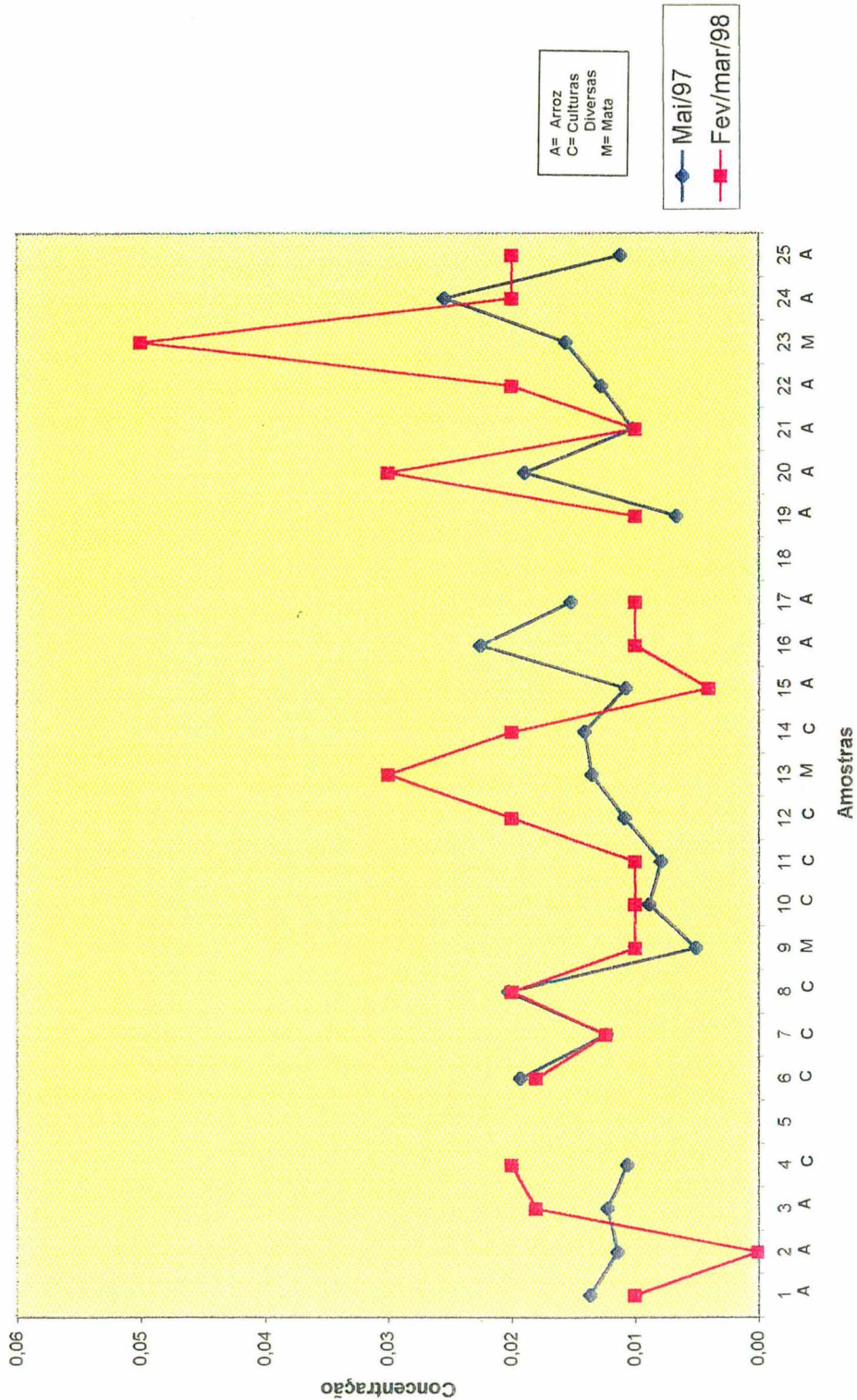
Obs. 1 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 36 - Comparação da concentração de Cádmio (ppm) na Bacia do Rio D'Una
- Maio/97 - Fevereiro/Março/98



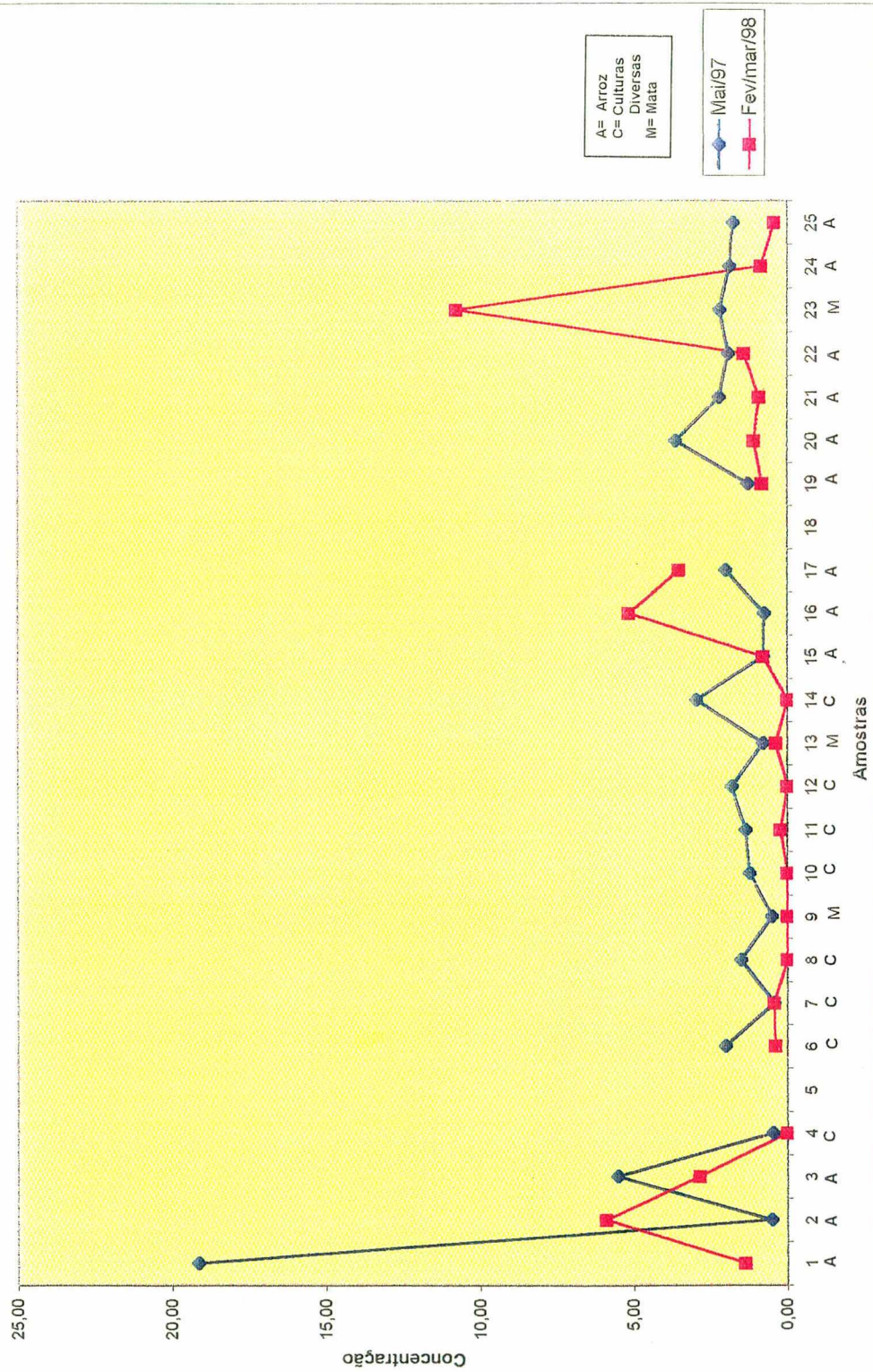
Obs. 1 - O valor referente à amostra do ponto 20 (maio/97) foi dividido por 10
2 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 37 - Comparação da concentração de Tálcio (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Maio/97 - Fevereiro/Março/98



Obs. 1 - O valor referente à amostra 6 (fev/mar/98) foi dividido por 10
2 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

FIGURA 38 - Comparação da concentração de Chumbo (ppm) na Bacia do Rio D'Una
Mai/97 - Fevereiro/Março/98



Obs. 1 - O valor referente à amostra do ponto 2 (Fev/mar/98) foi dividida por 10
2 - A amostra do ponto 9 corresponde ao "ponto branco"

6.3.1 - O Ponto Branco

A primeira etapa de coleta, em maio de 1997, correspondeu à época de relativa estiagem, em que, nas áreas de cultivo de arroz, o solo estava sendo preparado para a semeadura.

Apesar de sua posição mais próxima às nascentes, dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e em áreas fora dos domínios de ação antrópica atual, a amostra de água coletada no Ponto 9, tomada como "ponto branco", apresentou concentrações significativas de vários elementos, situando-se os teores de cromo (0,16 ppm), níquel (0,95 ppm), cobre (0,61 ppm), chumbo (0,50 ppm) e, especialmente, zinco (24,16 ppm).

Já na 3ª coleta, realizada em fevereiro/março de 1998, época do retorno das águas das canchas para o leito dos rios, com incidência de chuvas na área, onde a água apresentava-se bastante turva, no ponto branco só foi detectado cobre (0,08 ppm) e zinco (0,46 ppm).

6.3.2 - Resultado das concentrações por elemento analisado

a) Cromo

A presença de cromo só foi detectada nas amostras coletadas em maio de 1997, atingindo seus máximos de ocorrência nos pontos 17 (0,41 ppm) e 19 (0,31 ppm). O ponto 17 localiza-se na foz do rio D'Una na Lagoa do Mirim, logo sofre influência direta da área de arroz que se localiza em grande extensão da planície poucos quilômetros acima. O ponto 19 localiza-se no Rio Araçatuba, em área de cultivo de arroz.

Conforme citam BATALHA & PARLATORE (1977), o cromo raramente encontra-se em águas naturais, devendo, portanto, os valores detectados relacionados estar a atividades antrópicas.

b) Cobalto

Observando a figura 31 verifica-se que pontos de maior concentração de cobalto nas duas épocas analisadas encontram-se em áreas de cultivo de arroz ou que sofrem influência direta das mesmas.

Em maio de 1997 os maiores valores detectados foram nos pontos 8 (0,22 ppm), 16 (0,27 ppm), 17 (0,24 ppm), 20 (0,23 ppm) e 24 (0,42 ppm). Já em março de 1998, o cobalto apresentou valores mais significativos, atingindo seus picos de concentração nos pontos 2 (2,15 ppm), 3 (1,42 ppm), 15 (1,16 ppm), 16 (1,24), 21 (0,83) e 22 (0,88), todos com influência direta do cultivo.

c) Níquel

Para o níquel, os valores são em geral muito maiores e em maio/97 todos os pontos apresentaram concentrações altas, conforme se observa na tabela 13 e na figura 32. A concentração de níquel detectada nessas amostras atingiu seus máximos nos pontos 1 (24,24 ppm), 3 (10,13 ppm), 16 (7,20 ppm) e 17 (7,20 ppm), sendo todos em área de cultivo de arroz a jusante destas.

Em 1998, o níquel não foi detectado nos pontos 4, 7, 8, 9, 10, 12, 14, que não se encontram em área de cultivo de arroz ou com influência do mesmo; em todos os outros pontos, foram detectados valores, com picos mais elevados em áreas de cultivo de arroz ou sob sua influência direta. Também os pontos 6 e 11, em áreas de culturas diversas, e 13, em área de mata (com reflorestamento), apresentaram teores

anômalos. Os maiores valores ocorreram em áreas de arroz, ou seja nos pontos 2 (85,76 ppm), 3 (38,41 ppm) 16 (35,81 ppm) e 17 (40,36 ppm).

d) Cobre

A figura 33 mostra que em maio/97 o cobre apresenta uma curva mais homogênea, com teores entre 0,54 e 0,52 ppm. Já para fev/mar/98 é possível observar uma variação bem mais acentuada, com amostras sem cobre detectado (4, 7 e 10) e outros com teores bem abaixo de 1 ppm (8, 9 e 12), enquanto nas áreas de cultivo de arroz ou que sofrem influência das mesmas a presença do cobre é bastante significativa. Também para o cobre, os pontos 6, 11 e 13 mostram concentração bastante anômala.

Conforme comentado por EYSINK et al. (1988), atualmente os óxidos e sulfatos de cobre são usados em pesticidas, algicidas e fungicidas. A poluição pode ocorrer, entre outras causas, pelo uso excessivo de agroquímicos à base de cobre.

e) Zinco

Na figura 34 observa-se que o zinco apresenta valores muito elevados para a grande maioria das amostras referentes a maio/97, sendo que apenas duas delas (15 e 16) têm teores abaixo de 10 ppm.

Embora sensivelmente menores, as concentrações das amostras coletadas em fev/mar/98 são bastante significativas, exceto no ponto 4, onde o metal não foi detectado.

A presença de zinco é comum em águas naturais. ALLOWAY & AYRES (1988), comentam que uma fonte relativamente constante de zinco é o aço galvanizado, na forma de fios para cercas e de telhados.

f) Arsênio

Mesmo tendo 0,27 ppm como teor máximo encontrado nas amostras (ponto X3, coletado apenas na 3ª etapa), o arsênio apresenta diversos valores altos, sendo as curvas de concentração para maio/97 e para fev/mar/98 bastante semelhantes, com picos nas áreas de cultivo de arroz ou com influência das mesmas.

A presença de arsênio é natural nas águas, principalmente as subterrâneas. Sua toxidez e a difusão de seu uso, entre outros, está associada aos inseticidas, rodenticidas, fungicidas e herbicidas, causando sérios danos ao meio ambiente (BATALHA & PARLATORE, 1977)

g) Cádmio

A figura 36 apresenta as concentrações deste elemento, onde pode-se observar que é em maio/97 que se observam valores mais significativos.

Para 1997, os pontos que apresentam os maiores valores são: 1 (0,09 ppm), 3 (0,08 ppm), 6 (0,04 ppm), 11 (0,08 ppm), 14 (0,31 ppm), 20 (0,85 ppm), 21 (0,26 ppm), 23 (0,26 ppm), e 25 (0,16 ppm). Os pontos 1, 3, 20, 21 e 25 estão em áreas de cultivo de arroz ou a jusante das mesmas. Os pontos 6 e 23 em áreas de mata, e o 11 em área de culturas diversas (neste caso pastagem)

Em 1998 o Cádmio só aparece nas amostras dos pontos 3 (0,02 ppm) 16 (0,03 ppm), 17 (0,02 ppm) e 22 (0,04 ppm). Todos estes pontos estão em áreas de cultivo de arroz ou a jusante das mesmas.

Algumas amostras de solo e de vegetação coletadas por ocasião da passagem do avião nas áreas de cultivo, em nov/97 mostram teores da ordem de até 47 ppm de Cd (no solo), totalmente anômalas em relação a todas as amostras de água coletadas na bacia.

Dentre as indústrias que utilizam o Cádmio está a de fertilizantes.

h) Mercúrio

Nas amostragens de maio/97 e março/98 o mercúrio foi detectado somente no ponto 1(0,08 ppm, maio/97).

Vale ressaltar, contudo que amostras de vegetação e solo, coletadas em novembro de 1997 na hora da passagem do avião que pulveriza as áreas cultivadas com arroz, alcançaram 6,14 e 26,85 ppm (solos) e 15,98 e 31,77 ppm (vegetação), valores significativamente altos pra este elemento.

O mercúrio é utilizado, entre outros fins, na produção de pesticidas (fungicidas, herbicidas). EYSINK et al. (1988) comentam que os problemas mais graves causados por mercúrio acontecem, também, pela aplicação de agrotóxicos e que muitas notícias sobre intoxicações devem-se a presença deste metal que é utilizado para o tratamento de sementes. Entretanto, ALOWAY & AYRES (1995) afirmam que este procedimento, atualmente, não é mais realizado nos Estados Unidos, podendo, então, a concentração detectada estar relacionada a resíduos persistentes nas partículas de solos. Outra possibilidade é que este produto seja usado em algumas áreas, num procedimento contrário àquele preconizado por técnicos competentes.

i) Tálho

Na figura 37, é possível observar que há uma grande similaridade entre as curvas de concentração de tálho das épocas distintas: o valor referente a amostra 6 em fev/mar/98, contudo, atinge 0.18 ppm (tabela 16), sendo portanto totalmente anômalo.

Nas amostras referentes a maio/97, o tálho ocorre em todas as amostras com valores que variam entre 0.01 a 0.03 ppm.

Nas coletas realizadas em fev/mar/98 os valores para o tálho variam entre 0,01 e 0.05 ppm (à exceção da amostra 6), porém nos pontos 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 esse elemento não foi detectado. Entre estes, somente o ponto 15 localiza-se em área com influência daquelas com cultivo de arroz.

O tálio é utilizado em rodenticidas ou iscas para formigas na forma de acetato ou sulfato de tálio, e sua ingestão pode causar intoxicação. (Central de Intoxicação do Hospital Universitário – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1998)

j) Chumbo

O gráfico de comparação das concentrações do chumbo (ppm) para maio/97 e março/98 (figura 38) mostra que há similaridade entre as curvas relativas às duas épocas de amostragem, especialmente nas áreas de cultivo de arroz ou com influência direta da mesma. Nas áreas de cultivos diversos, e mesmo no ponto branco (9), os valores para 1997 são também consideráveis.

Os pontos mais críticos para 1997 são: 1 (19,15 ppm), 3 (5,53 ppm) e 20 (3,64 ppm), ressaltando-se que o ponto 20 localiza-se junto à estação de captação de água pela CASAN, para o abastecimento da cidade de Imbituba. Para 1998 os maiores valores foram encontrados nos pontos 2 (59,13 ppm), 16 (5,18 ppm), 17 (3,53 ppm), e 23 (10,79 ppm). O ponto 2 localiza-se em área com cultivo de arroz e o ponto 17 localiza-se na foz do Rio D'Una, logo sofre influência da área de arroz que fica a montante deste. O ponto 23 localiza-se em área de mata, ocorrendo neste local reflorestamento, podendo estar associado à alguma prática de controle de pragas ou de uso de produtos para estimular o rápido crescimento das espécies.

ALLOWAY & AYRES (1995) comentam que o chumbo é um elemento não essencial que atua como uma neurotoxina, e que uma das principais fontes de poluição de chumbo no ambiente são os pesticidas.

Os valores de concentração detectados nas amostras coletadas no rio D'Una, de uma maneira geral apresentaram índices bastante elevados, principalmente aquelas provenientes de áreas onde ocorre o cultivo de arroz. Estes valores estão acima, até mesmo, daqueles permitidos em classe de menor exigência da qualidade da água,

como se observa na tabela 19, na classe 1 do CONAMA, que equivale a classe 2 da legislação estadual (lei nº 14.250/81).

TABELA 19 - Padrões de Qualidade Ambiental – Água

METAIS PESADOS		BRASIL (Res. 20/86-CONAMA)	BRASIL (Res. 20/86-CONAMA)	SANTA CATARINA (Lei 14.250/81)
Parâmetro	Clas.Unid	Classe Especial	Classe 1	Classe 1
Arsênio	mg/L As	-	0,05	-
Cádmio	mg/L Cd	-	0,001	-
Chumbo	mg /L Pb	-	0,03	-
Cobre	mg/L Cu	-	0,02	-
Cobalto	mg/L Co	-	0,2	-
Cromo	mg/L Cr	-	-	-
Tálio	mg/L Tl	-	-	-
Mercurio	mg/L Hg	-	0,0002	-
Níquel	mg/L Ni	-	0,025	-
Zinco	mg/L Zn	-	0,18	-

Adaptado: SANTA CATARINA – FATMA – GTZ. 1998a

6.3.4 – Correlações entre os Metais Pesados analisados

Nas tabela 14. de correlação entre os teores de pares de elementos para maio/97 observa-se valores maiores que 0.5 para as correlações entre cromo e arsênio (0.65). cobalto e tálio (0.65), níquel e cobre (0.57), níquel e chumbo (0,93), cobre e chumbo (0.51).

Já na tabela 16, relativa a correlação entre elementos em fev/mar/98, os valores maiores que 0,5 são para os pares de cobalto e níquel (0,74), cobalto e cobre (0,66), cobalto e zinco (0,76), cobalto e cádmio (0,56), cobalto e chumbo (0,60), níquel

e cobre (0,82), níquel e zinco (0,87), níquel e chumbo (0,76), cobre e zinco (0,89) e zinco e chumbo (0,56)

As correlações entre os pares de elementos podem, em muitos casos, serem explicadas segundo comentários de ALLOWAY & AYRES, (1995:142), ou seja, pelo fato de que devido ao alto grau de variação dos conteúdos de metais nas rochas, há uma possibilidade que os solos e fluxos de sedimentos numa localidade suspeita de estar poluída possam ter sido desenvolvidos a partir de rochas com concentrações irregularmente altas de certos metais pesados, de forma que a poluição, no sentido restrito da definição, não teria acontecido.

Contudo, embora os metais pesados sejam onipresentes na maioria dos materiais naturais, há inúmeras fontes significativas de metais que são adicionadas ao meio ambiente pela ação antrópica e que podem se relacionar com o presente trabalho, como as citadas por ALLOWAY & AYRES (1995:142):

- Materiais agrícolas - a agricultura constitui uma das fontes indiretamente mais importantes de metais poluentes. As fontes principais são:

- impurezas em fertilizantes: **Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn** (por exemplo, **Cd** e **U** em fertilizantes fosfatados);

- pesticidas: **Cu, As, Hg, Pb, Mn, Zn** (por exemplo, **Cu, Zn** e fungicidas à base de **Mn**, proteção (revestimento) de **Hg** para sementes, histórico de pulverização de pomares com **Pb-As**);

- preservativos para madeira: **As, Cu**;

- compostos e adubos: **Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, As**;

- lodo de esgoto: especialmente **Cd, Ni, Cu, Pb, Zn**;

- corrosão de objetos de metal (por exemplo, telhados galvanizados e cercas de arame: **Zn, Cd**).

- **Combustão de combustível fóssil:** Uma grande variedade de metais pesados é achada em combustíveis fósseis que são emitidos no ambiente como partículas durante a combustão, ou se acumulam nas cinzas que podem ser auto transportadas, contaminando solos ou águas, ou podem ser lixiviadas in loco.

No caso das amostras analisadas, a alta frequência de concentrações anômalas de metais pesados, com diversos pares mostrando correlações positivas, mesmo que com valores numéricos individualmente pouco significativos, dificilmente poderia ser atribuído a causas naturais, considerando os tipos de rochas aflorantes nas áreas das nascentes, todas pertencentes ao embasamento cristalino, e a ausência de registros de qualquer enriquecimento nesses elementos (embora sejam conhecidas ocorrências de Fluorita, Molibdenita e de hidróxicos de manganês na Serra do Tabuleiro, conforme relatório do antigo Laboratório de Análise de Solo e Minerais, das Secretaria da Agricultura/SC).

Por outro lado, os teores referentes ao período em que ocorria o bombeamento da água das canchas de arroz para os rios da bacia (fev/mar/98) são persistentemente maiores, para a grande maioria dos elementos, apesar de ser época de chuvas, que sugeriria maior diluição, do que as concentrações referentes ao mês de maio de 1997. Da mesma forma, neste período a relação entre altos teores e o cultivo de arroz é menos significativa, enquanto que para as amostras de fev/mar/98 a relação é inequívoca.

Assim, é possível apontar uma relação direta entre os altos teores de metais pesados observados, e o cultivo do arroz. Em muitos casos os valores se apresentaram bem superiores aos máximos permitidos pela legislação, tanto estadual como federal, para os rios de classe inferior a que pertencem os que integram a bacia do rio D'Una, especialmente quando ocorre o bombeamento da água das canchas (fev/mar/98).

A origem das elevadas concentrações observadas, contudo, não ficou perfeitamente esclarecida, devendo no entanto, estar relacionada à adição de produtos químicos, tanto fertilizantes como agrotóxicos, nas diversas etapas do cultivo de arroz.

Pode-se considerar também, a possibilidade de ocorrer poluição por cinzas volantes, provenientes da Termoelétrica Jorge Lacerda (município de Capivari de Baixo), uma vez que a área de estudo localiza-se ao norte da referida usina e, apesar de predominar, na região, os ventos de nordeste ocorrem, também, os de quadrante sul. Estes poderiam ser os responsáveis pelo transporte das cinzas, que contendo metais pesados chegariam até a área, através da remobilização dos sedimentos de fundo nos processos de preparo do solo e de bombeamento das águas das canchas, contribuindo para o aumento dos teores encontrados nas análises químicas realizadas.

Esta idéia se baseia no que comentam MONTEIRO & FURTADO (1998), ou seja :

“a concentração de poluentes aéreos em um determinado local, não está associada somente com a quantidade emitida, mas também com as condições atmosféricas... Com ar instável os poluentes são dispersados para grandes alturas através das correntes convectivas, ocorrendo diminuição nas concentrações locais. Por outro lado, lugares distantes podem ser afetados pela dispersão dos poluentes, como é o caso da Antártica onde foram detectadas elevadas concentrações de Cr, Ni, Cu e Pb....”

Porém, esta possibilidade deverá ser melhor analisada, uma vez que não existe ao norte da Termoelétrica, onde está localizada a área de estudo, estações necessárias para a medição de dados desta natureza, não havendo portanto, nenhum estudo neste sentido para a área em pauta.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

"Ao pesquisar sobre o que cientificamente pode ser demonstrado sobre agrotóxicos e seus riscos, o quadro não poderia ser mais desalentador. Trata-se de um terreno escorregadio, um jogo de espelhos, um quebra-cabeça que pode ser montado de diferentes formas, tantas são as opiniões sobre o tema. No debate encontram-se presente os defensores, os detratores e os agnósticos em relação aos riscos, posições que permeiam tanto os leigos como os 'experts'." (GUIVANT, 1995b:1)

A Bacia Hidrografia do Rio D'Una ocupa uma área de 481,55 km², conforme resultado da fotointerpretação.

O total aproximado da população, em 1996, era de 6.626 habitantes, ou seja, 13,76 habitantes/km², conforme estudo realizado a partir dos dados da contagem populacional realizada pelo IBGE. Esta população não se constitui, por si, num contingente preocupante quanto aos impactos ambientais, mais característicos de áreas densamente povoadas.

Não se constatou a presença de nenhuma atividade industrial na área, durante os trabalhos de campo.

O uso do solo da Bacia pode ser dividido em três modalidades, ou seja, 318,03 km² (66%) da área total são, atualmente, ocupados por mata, sendo que parte destes, 35,30% da área total da bacia estão em área de proteção, ou seja, pertencem ao Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; 117,32 km² (24,41%) são ocupados por culturas diversas, como pastagem, capoeira, capoeirinha, culturas temporárias como feijão, milho, cana-de-açúcar, mandioca e fumo; e 46,20 km² (9,60%) pelo cultivo de arroz irrigado.

O que se observa através da análise multitemporal da bacia é que a área ocupada com o cultivo de arroz irrigado aumentou, de 1957 até 1994 (37 anos), quase 200%. A produção, desde o advento do Projeto Provárzea, nos anos 80, passou de 25 sacas/ha para 80 sacas/ha, ou seja aumentou, em 15 anos, mais de 200%.

Este fato pode ser explicado pela implantação, no Estado de Santa Catarina, do Projeto Provárzeas, no início da década de 80, que introduziu novas técnicas de manejo, incluindo produtos químicos (adubos, fertilizantes, e agrotóxicos), e principalmente, variedades de arroz melhor adaptadas às várzeas, com alto índice de produtividade e de maior resistência às doenças.

O uso de produtos químicos tem sido, no entanto, apontado como um dos responsáveis pelo comprometimento da qualidade ambiental e de vida da população, principalmente aquela que sobrevive a partir da pesca, e daqueles que consomem a água da CASAN na cidade de Imbituba, gerando com isso conflito de usos, que culminaram na Ação Civil Pública nº 213/95, citada na introdução deste.

Se considerarmos a localização dos cultivos de arroz e as técnicas empregadas, poderemos constatar que:

- o arroz é cultivado, em sua grande parte, até junto aos corpos d'água, principalmente o rio D'Una e o Rio Araçatuba;
- não existe mata ciliar ao longo de grande parte dos rios onde o arroz é cultivado;
- a água para irrigação é retirada dos rios, utilizada nas canchas de arroz, onde produtos químicos são lançados, muitos classificados pelo Ministério da Agricultura como altamente perigosos, e devolvida aos cursos d'água com os resíduos dos mesmos.

O arroz irrigado se apresenta como um problema complexo, onde propostas isoladas, como implantação de mata ao longo dos cursos dos rios, por si só não resolverão o problema de contaminação dos mesmos, pois existem canais de drenagem artificiais ligando as canchas de arroz aos cursos d'água. Para tanto, faz-se necessário um conjunto de medidas no sentido, também, de reduzir o uso de tais produtos ao longo do tempo, preferindo, dentro do possível, técnicas que não

comprometam o meio ambiente, como é o caso da rizipiscicultura, alternativa que vem sendo implantada em algumas propriedades, por orientação de técnicos da EPAGRI.

A contaminação, por produtos químicos, acontece mesmo quando o agricultor os usa de forma “correta”, ou seja, aquela prescrita através de receituário agrônomo e nas condições de tempo próprias e com os cuidados pessoais recomendados pelos técnicos, pois os resíduos destes produtos chegam aos corpos d'água através de escoamento superficial em épocas de grandes chuvas, por infiltração, e/ou por adsorção às partículas de solos, que são carregadas juntamente com a água que é retirada das canchas. O problema se agrava quando acontece o uso “incorreto” destes produtos, através de doses maiores do que as necessárias, equipamentos desregulados, descuido quanto ao destino dado às embalagens dos produtos.

—△ Dentre os elementos que foram analisados e que apresentaram valores de concentração elevados estão alguns daqueles citados nas bibliografias pesquisadas como componentes de fungicidas, herbicidas, pesticidas, fertilizantes e adubos, ou seja, chumbo, cádmio, arsênio, zinco, níquel, cobre e cromo.

Os valores mais altos, via de regra aconteceram na 3ª coleta (fev/mar/98), época em que as canchas de arroz estavam sendo esvaziadas, ou seja a água das canchas estava sendo devolvida ao curso dos rios por bombeamento, apesar de ser época de chuvas na área, o que propiciaria maior diluição. Somente nos casos do zinco e do cádmio é que os maiores valores ocorreram nas amostras da 1ª coleta (maio/97), época de estiagem, em que o solo para o cultivo do arroz estava sendo preparado.

No contexto das análises químicas efetuadas, alguns dos resultados apresentaram anomalias que deverão merecer atenção especial e, trabalhos futuros, como os teores muito altos do zinco em todas as amostras referentes a maio/97, e, especialmente, os teores elevados de metais pesados, em sua maioria superior ao permitido pelo CONAMA, mesmo em águas de classe inferior à estipulada para o rio D'Una, conforme demonstra a tabela 19.

↳ Pode-se dizer que o cultivo de arroz irrigado, que ocupa quase toda a planície da bacia do rio D'Una, se apresentou, para este estudo, como o principal responsável pela poluição pelos metais pesados analisados, uma vez que foi nos pontos onde o cultivo é praticado que se encontraram os maiores valores de concentração.

A quantidade de sedimentos que é carregada até a Lagoa do Mirim é bastante elevada, resultando no assoreamento da mesma, inclusive havendo formação de um delta que vem progredindo.

Análises químicas próprias para detectar diretamente os agrotóxicos e demais produtos utilizados na cultura de arroz irrigado se fazem necessárias para uma melhor análise, conclusões e prescrições.

É bom salientar, também, que na Bacia do Rio D'Una outras atividades desenvolvidas podem estar contribuindo para a poluição dos recursos hídricos e do meio ambiente, como é o caso do fumo. Nesta atividade são utilizados produtos químicos, porém a área, comparativamente com a do arroz, é bem menor. Isto não quer dizer que não seja preocupante, porém não foi alvo de maior atenção neste trabalho. Fica como recomendação para próximos trabalhos a serem desenvolvidos na área; quanto às áreas ocupadas por reflorestamentos, seria interessante que se fizessem estudos mais detalhados deste uso e sua influência no ambiente, uma vez que em algumas amostras coletadas nessas áreas foram detectados valores consideráveis de metais pesados.

Um problema que chama bastante atenção nos resultados obtidos nas análises efetuadas é quanto a presença constante e intensa de metais pesados na água coletada no ponto 20, local de captação de água pela CASAN, para abastecer a cidade de Imbituba. Este fato merece estudos específicos detalhados, principalmente quanto a eficiência dos procedimentos utilizados pela Companhia no intuito de tornar a água de qualidade para a comunidade que dela se abastece.

Além destes, para melhor entender o problema da falta de pescado na Lagoa do Mirim, onde a cultura de arroz e seu manejo sofrem sérias críticas por suas consequências, deve-se proceder a estudos sobre a evolução populacional do entorno da mesma e sobre o número de pescadores que ali desenvolvem suas atividades, bem como a proporção da retirada de pescado, em relação às suas possibilidades.

Finalmente, não se pode ser inteiramente afastada a hipótese de que parte da contaminação por metais pesados detectados na área de estudo tenham relação com as cinzas provenientes da Termoelétrica Jorge Lacerda, possivelmente trazidas pelos ventos do quadrante sul.

Quanto ao cumprimento da legislação pertinente, o que se percebe é que esta não vem sendo respeitada, uma vez que não existe mata ciliar em grande parte dos cursos d'água, e os altos valores de metais pesados vão totalmente contra as finalidades das águas da bacia, ou seja, o abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção. Além disso, estes valores estão acima, até mesmo, daqueles permitidos para classes de menor exigência de qualidade.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLOWAY, B. J. & AYRES, D.C. **Chemical Principles of Environmental Pollution.**

London: Chapman & Hall. 1995. P.140 a 193.

ALMEIDA, L. Poluição ameaça sobrevivência no sul. **Diário Catarinense.** Santa

Catarina, 16 mai 1993. p. 34

ALMEIDA, L. Poluição no sul: Pescadores dão ultimato. **Diário Catarinense.** Santa

Catarina, 25 mai 1993. p. 27

ALTHOFF, D. A. & KLEVESTON, R. Sólidos suspensos e perda de nutrientes no

preparo do solo para arroz irrigado: In **Agropecuária Catarinense.** EPAGRI,

Santa Catarina, Florianópolis, jun.1996. n. 2, v.9. p. 44

ALVES, A. Usos e Abusos. In: **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro: SBPC, v.4, n. 22, p. 49-

52, janeiro/fevereiro, 1986.

ARANA, L.V. **Princípios Químicos da Qualidade da Água em Aqüicultura: Uma**

revisão para peixes e camarões. Trad. de Marlene Alano Coelho. Florianópolis:

Editora da UFSC, 1997. 166 p. Original espanhol.

BARRIUSO, E., CALVET, R., SCHIAVON, M., & SOULAS, G. Les pesticides et les

polluants organiques des sols: transformation e dissipation. **Étude et Gestion**

des Sols, v. 3, nº 4, 1996. P. 279- 296. (Numéro spécial)

- BARTH, F. T. & POMPEU, C. T. Fundamentos para Gestão dos Recursos Hídricos. In: BARTH, F. T. et ali **Modelos Para Gerenciamento de Recursos Hídricos**. São Paulo: NOBEL / ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1987. v. 1, cap. 1, p. 1 - 91.
- BATALHA, B. L. & PARLATORE, A. C.. **Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano: Bases Conceituais e Operacionais**. 1ª edição. São Paulo: Convênio BNH/ABES/CETESB, 1977. 198p.
- BENETTI, A. & BIDONE, F. O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (org.) **Hidrologia; Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS / Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP / Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 1993. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4, cap. 22, p.849 - 875.
- BOLLAG J. M. & LIU. S. Y. Biological trsnformation processes of pesticides. In: CHENG, H. H. **Pesticides in the soil envíronment: processes, impacts and modeling**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1990. P. 169-212
- BONTEMPO, M. **Relatório Orion: Denúncia médica sobre os perigos dos alimentos industrializados e agrotóxicos**. LOCAL: L&PM editores. 1986 .137p
- BLECHER, B. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. **FOLHA DE SÃO PAULO**, São Paulo, 03 mar. 1998. Agrofolha, p. 1

BOLL, M. G., ROCZANSKI, M. & SILVEIRA, S.. **A Rizipiscicultura: Princípios, Resultados e Perspectivas Para Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI (s.d.). 12p. (texto digitado)

BRASIL. **Lei nº 9.433 - 8 jan. 1997.** Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal/Secretaria dos Recursos Hídricos, 1997. 35p

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Produção Agropecuária. **Provárzeas Nacional – 1 hectare vale por 10.** Informação Técnica. 2ª ed. Brasília – DF, 1983. 199p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução do CONAMA**, 1984/86. 2. Ed. Brasília:SEMA, 1988. 33p.

CARVALHO, V. C. de & RIZZO, H. G. **A Zona Costeira Brasileira: Subsídios para uma Avaliação Ambiental.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, 1994, p. 16 e 17. 211p

COIMBRA, J. de A. A. **O outro Lado do Meio Ambiente.** São Paulo, Convênio ETESB/ASCETESB. 1985. 204 p.

DORST, J. **Antes que a natureza morra: Por uma ecologia política.** Trad. Rita Buongiorno. São Paulo. Edgard Blücher, 3ª reimpressão, 1987, 202 a 226p. Original francês.

DIÁRIO CATARINENSE. Pesca se tornou predatória. Florianópolis, jornal. 16/05/93.

p. 36

DIÁRIO CATARINENSE. Imbituba tem água cortada pela CASAN. Florianópolis, jornal.

27/10/94. p. 36

DIÁRIO CATARINENSE. Normalizado abastecimento em Imbituba. Florianópolis, jornal.

28/10/94. p. 36

DIÁRIO CATARINENSE Situação de risco: Agrotóxicos vendidos sem controle.

Florianópolis, jornal. 16/05/93. p. 36

DIÁRIO CATARINENSE. Pesca se tornou predatória. Florianópolis, jornal. 16/05/93.

p. 36

EYSINK, G. G. J. et al. Metais Pesados no Vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia. In:

Revista CETESB de tecnologia ambiental. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 1988, nº 1, vol. 2, p. 6 a 13. 60p.

FURTADO, S. M. de A. & SANTOS, E. dos. Caracterização de Metais Pesados na Área da Estiva dos Pregos, SC.: in **GEOSUL nº 17**, ano IX, Florianópolis: UFSC, 1994.

p.50 a 60.

GUIVANT, J. L. A agricultura sustentável na perspectiva das ciências sociais. In: **Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: Desafio para as Ciências Sociais.**

Florianópolis: UFSC. 1995. P. 99 – 133.

GUIVANT, J. L. O Brasil como sociedade de risco: O caso dos agrotóxicos nos alimentos . Florianópolis: UFSC. Caderno de pesquisa nº 3, jan. 1995b.

GAMA, A. M. R. de C. **Diagnóstico Ambiental do Município de Santo Amaro da Imperatriz – SC: Uma Abordagem Integrada da Paisagem.** Florianópolis: UFSC, 1998, 247p. Dissertação de Mestrado em Geografia - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

HADLICH, G. M. **Cartografia de Riscos de Contaminação Ambiental por Agrotóxicos: Proposta de Avaliação e Aplicação nas Microbacias Hidrográficas dos Córregos da Peróba e da Garuva - Sombrio - SC.** Florianópolis: UFSC, 1997, 170p. Dissertação de Mestrado em Geografia - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

HANN , F. A. M. de & ZWERMANN., P. J. Pollution of Soil. In: BOLT, G. H., BRUGGENWERT, M. G. M. **Soil Chemistry**; A. Basic elements. 2 ed. Netherlands, 1978. p. 192-263

KUPCHELLA, C. E & HYLAND M. C. **Environmental Science. Living Within the System of Nature.** 2^a ed. LOCAL: Allyn and Bacon, 1995. Cap. 12 e 16.

LAGO, P. F. **Santa Catarina - Dimensões e Perspectivas.** Porto Alegre: Meridional EMMA, 1978. 349p

LAJUNEN, L. H. J. **Spectrochemical Anaiysis by Absorption and Emission.** Finland: University of Oulu, 1992 . p.197 a 205.

LARINI, L. **Toxicologia dos inseticidas**. São Paulo: SARVIER, 1979, 172p

LIMA, W. de P. Função hidrológica da mata ciliar: in **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**, 1989, Campinas:Fundação Cargill, p. 25 a 42

LUTZEMBERG, J. **Ecologia. Do Jardim ao Poder**. 10^a edição. Porto Alegre, 1985. 102p.

MACHADO, P. A. L. Legislação das matas ciliares: in **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**, 1989, Campinas: Fundação Cargill, p. 2 a 10

MACHADO, P. A. L. Águas no Brasil: Aspectos Legais: in **Ciência Hoje**. SBPC. Rio de Janeiro. Junho de 1995, p.61-65.

MONTEIRO, M. A. & FURTADO, S. M. de A. O Clima do Trecho Florianópolis – Porto Alegre: Uma Abordagem Dinâmica: in **GEOSUL** nº 19/, ano X, Florianópolis: UFSC, 1995. p.117 a 133.

MONTEIRO, M. A. & FURTADO, S. M. de A. Poluição atmosférica: O caso do complexo Termoelétrico Jorge Lacerda: in **GEOSUL** nº 26. Florianópolis: UFSC, 1988 (no prelo)

MURAKAWA, F. E. Agricultor está exposto a coquetel de venenos, afirma toxicologista. **FOLHA DE SÃO PAULO**, São Paulo, 03 mar. 1998. Agrofólia, p. 5

MURPHY, L. S. & WALSH, L. M. Correction of Micronutrient Deficiencies with Fertilizers: in Micronutrients in Agriculture. Madison, Wisconsin USA: Soil Science Society of America, 1972. P. 371 a 379

RIVOIRE, P. **Les outils de prévision du risque de pollution des eaux souterraines par les pesticides: intérêts et limites.** Rennes: ENSAR, Option Génie de l'Environnement, 1993. 15 p. + annexes (Rapport bibliographique)

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente - FATMA/Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM. Pensando globalmente, agindo localmente. Florianópolis: FATMA/SDM, (s.d.) (FOLDER)

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente – FATMA. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: de olho no futuro.** Florianópolis: FATMA, (s.d.) (FOLDER)

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subchefia de Estatística, Geografias e Informática. **Atlas de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro. 1986, 173 p.

SANTA CATARINA. **Atlas Escolar de Santa Catarina.** Florianópolis: Secretaria de Coordenação Geral e Planejamento/Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. 1991. 96 p.

SANTA CATARINA. **Sistema de Produção para Arroz Irrigado em Santa Catarina (Revisão).** Florianópolis: EPAGRI. 1992, 65p.

SANTA CATARINA. **Curso de Arroz Irrigado**. Programa: Profissionalização de Agricultores. Florianópolis: EPAGRI. 1994, 75 p.

SANTA CATARINA. Ministério Público. Promotoria de Justiça. **Ação Civil Pública n. 213**. Dr. Francisco de Paula Fernandes Neto versus rizicultores da Bacia do Rio D'Una e FATMA. Comarca de Imbituba. 1995. 554p.

SANTA CATARINA. **Anuário Estatístico de Santa Catarina**. Florianópolis: Secretaria de Coordenação Geral e Planejamento/Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. 1995.

SANTA CATARINA. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina – EPAGRI. Sólidos suspensos e perdas de nutrientes no preparo do solo para arroz irrigado. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI. V. 9, nº 2, junho/96. P.44-46

SANTA CATARINA. **Recomendação de Cultivares para o Estado de Santa Catarina 1997/98**. Florianópolis: EPAGRI, 1997a, 159 p

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM. **Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: Diagnóstico Geral**. Florianópolis: SDM, 1997b, 173p.

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente - FATMA/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ. **Padrões de Qualidade Ambiental da Água**. Florianópolis: Cooperação Técnica para o Gerenciamento de Recursos Hídricos em Santa Catarina, 1998 (FOLDER)

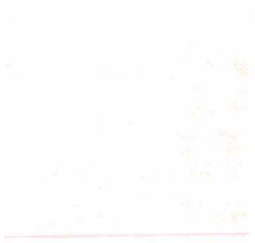
SANTOS, E. **Contribuição ao Estudo de Poluição Ambiental por Metais Pesados: a área do Banhado da Estiva dos Pregos.** Florianópolis: UFSC, 1992, 125 p.

Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

BRASIL. Universidade Federal de Santa Catarina. Hospital Universitário. Central de Intoxicação. 1998 (cópia computador)

WOLFE, N. L.; MINGELGRIN, U.; & MILLER, G. C. Abiotic transformations in water, sediments, and soil. In: CHENG, H. H. **Pesticides in the soil environment: processes, impacts and modeling.** Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1990. P. 213-269.

ZAMBRONE, F. A. D. Perigosa Família. In: **Ciência Hoje**: SBPC, Rio de Janeiro, v. 4, nº 22, p. 44-47. Jan/Fev 1986



ANEXOS

ANEXO 1

Poluição ameaça sobrevivência no Sul

Despejo de detritos químicos mata a pesca, principal meio de vida de mais de 20 mil pessoas. Não é mais possível consumir peixe

LUCIANO ALMEIDA

Imarui

A poluição das três principais lagoas do Complexo Lagunar Sul-Imarui, Mirim e Santo Antônio, no Sul do Estado, está matando a principal atividade econômica de 20 mil pessoas que sobrevivem da pesca. O problema atinge em cheio os municípios de Laguna, Imbituba e Imarui. Mais ao Norte desse complexo, as comunidades que vivem da pesca nas lagoas Mirim e Imarui já não podem mais consumir o peixe contaminado que pescam e várias pessoas estão doentes. Se nada for feito, eles ameaçam chamar a atenção das autoridades com atitudes drásticas, como o fechamento da BR-101. Eles acusam os plantadores de arroz de estarem usando venenos.

Ao Sul, a poluição é provocada pela exploração do carvão, que provoca a mortandade dos peixes. Somado a essa realidade, os municípios despejam seus esgotos na água de rios e das lagoas, comprometendo um região rica em recursos naturais e com exploração desordenada.

MAU CHEIRO- Na madrugada da última quarta-feira, os moradores da localidade de Praia Vermelha não conseguiram dormir depois que o vento Nordeste começou a soprar e a trazer da lagoa Mirim um cheiro forte, insuportável. O odor, de origem desconhecida, está ameaçando a sobrevivência e a saúde das quase 400 pessoas que não podem mais comer nem comercializar o peixe capturado na região, base da economia local. O pescado já sai da água impregnado com o fedor. Quem se alimenta com as corvinas

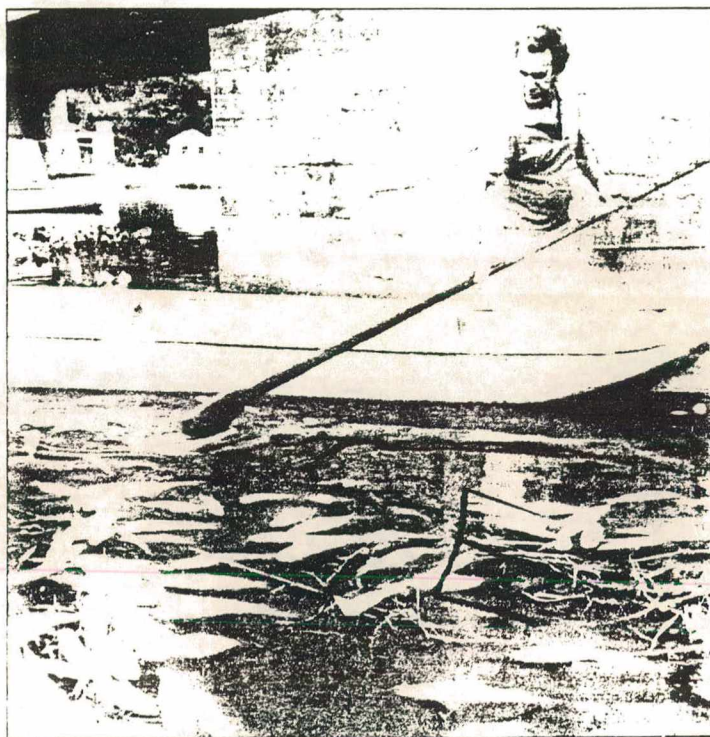
e acaráis capturados nas redes apresenta febre, erupções da pele, vômito e diarreia. Com a situação repetindo-se pelo segundo ano consecutivo, sempre nesta época, os pescadores ameaçam fechar a BR-101 em protesto, se não houver providências das autoridades.

O problema também é sentido por outras comunidades que vivem à beira da lagoa Mirim, nos municípios de Imarui e Imbituba, atingindo perto de 5 mil pessoas. Os pescadores culpam os grandes plantadores de arroz que se estabeleceram às margens da lagoa e do rio D'Una pela contaminação dos peixes com defensivos agrícolas. "É cheiro de po-de-gafanhoto", respondem as pessoas da comunidade. A base deste pesticida é o composto químico BHC (Hexacloro-ciclo-hexano), que está proibido em todo o País por ser comprovadamente nocivo à saúde.

DOENÇAS- Na segunda-feira, a menina Sulem Pereira Marques, 3 anos, amareceu com febre e um vômito esverdeado. Foi levada ao Hospital São João Batista, em Imarui. A mãe, Alexandra, conta que o diagnóstico médico apontou infecção intestinal. Já o pescador Santilino Antônio Jerônimo, 62 anos, tem erupções na pele e contam que é comum o aparecimento de feridas na boca.

Desde o ano passado, os peixes ficam magros e "arroxados" na época do plantio e da colheita do arroz, de dezembro a maio. "Eles já largam o veneno na madura do arroz para matar os passarinhos que comem os grãos", acusa o pescador Custódio Manoel Bernardo, 62 anos, da localidade de Ponta Rasa, em Imbituba. Ao pescar, ele diz que o mau-cheiro "assa o beico e dá ardência nos olhos".

Crime ecológico



EDUARDO VASSEUR/DC/Laguna

No Rio D'Una é comum encontrar peixes mortos. A água tem um cheiro forte

Morte invade o rio D'Una

Sob a ponte do rio D'Una, na quarta-feira, dezenas de tainhas apareceram mortas na água, próximo às margens. No mesmo ponto existe uma grande tubulação que retira da lavoura uma água amarelada, que vai para o rio e, na sequência, para a lagoa Mirim, onde o D'Una desemboca em seguida. Tanto o presidente da Colônia de Pescadores de Laguna, que acompanhava a reportagem do Diário Catarinense, Obadias Gonçalves Barreiros, 66 anos, quanto o representante da Pastoral de Pesca da Região, Alfredo Souza, disseram que a mortandade de peixes é cada vez mais frequente, e que ali provavelmente estava um grande exemplo da situação. "O rio já foi um grande pesqueiro, e hoje está morto por causa dos venenos das lavouras", explicou Obadias.

Mas naquele dia os moradores da localidade tinham uma outra explicação para o aparecimento de peixes mortos. Segundo o aposentado Osvaldo Siqueira, foi a segunda vez em menos de 20 dias que um "caminhãozinho do tipo baú, refrigerado, passa de madrugada pelo local e despeja os peixes ali, provavelmente por ser sobre o que não foi vendido. Ele não anotou a placa do veículo e diz que da próxima vez vai ficar atento a esse detalhe para informar as autoridades.

O prefeito de Imarui, Airto Aurino Fernandes, foi avisado e pediu à polícia abertura de inquérito para que os responsáveis sejam localizados e processados. Ele ainda insinuou que aquele ato poderia ser proposital, já que o DC estava checando a denúncia de po-

luição na área.

NEGÓCIOS AFUNDARAM-

Se foi a poluição que matou os peixes, ou "coincidência", o fato é que os donos das duas bancas de peixe do Mercado Público de Imarui estão vendendo o negócio "afundar" nos últimos meses. Por dia, os dois comerciantes vendiam juntos cerca de 500 quilos de pescado, mas agora a população da cidade não compra mais.

Evaldo José Fernandes, da banca Imarui, disse que o negócio ia bem até o ano passado, e guarda a esperança de retomar as vendas a partir do mês que vem, quando acaba a colheita do arroz. Na Peixaria Rocha, a comerciante Josefa Paula Pinheiro da Rocha ainda vende o peixe pescado na região, e ali mesmo no baú pode-se sentir o cheiro forte que ele exala.

População carente já enfrenta a fome

"Tia, tô com fome. O pai trouxe peixe hoje, mas não deu de comer e ele e a mãe ficaram chorando porque não tinha mais nada em casa pra me dar". Depoimentos como este a professora da Escola Isolada da Praia Vermelha, Alexandra Pereira Gonçalves, escuta todos os dias dos alunos mais carentes. Muitos deles estão se alimentando apenas uma vez por dia, com a merenda que é servida na escola. "O Estado não está enviando alimentos para o colégio e a situação só não é pior porque a Prefeitura assumiu essa obrigação", conta a professora.

Peixe não falta na lagoa Mirim, principalmente entre a Praia Vermelha e as três ilhas dos Pereiras. Na segunda-feira, os compadres Lourivaldo Manoel da Rosa, 33 anos, e Nésio Manoel da Rosa, 30, tentaram pescar pela última vez. "Não adiantou: jogamos os 20 quilos de corvina tudo fora. A minha mulher ainda perguntou porque eu não vendia o pescado na cidade. Mas como é que eu vou vender uma coisa que nem eu me arrisco a comer?", indaga Lourivaldo.

Num passeio pela lagoa, o cheiro forte e percebido por qualquer pessoa, e além dos peixes ele está impregnado no limo do fundo, que se prende nas redes de pesca. Próximo às ilhas, dois pescadores recolhiam das malhas corvinas e acaráis, e ao contrário do que a maioria da comunidade afirmou eles negaram qualquer mau-cheiro no peixe. Lourivaldo então explicou que eram pescadores que ainda estão vendendo o peixe em Tubarão, e não admitem o problema com medo de não ter mais fregueses, mesmo longe do local de pesca. "Eles estão errados. A maioria não vende o pescado na 2ª dia, quando o cheiro que se aparecia nas tainhas se espalhou para as corvinas e acaráis", contou Lourivaldo.

■ SEQUE

Pesca se tornou predatória

Redes colocadas na entrada do canal pegam até o pescado miúdo, mas é a única forma de evitar que os peixes sejam contaminados

Os pescadores profissionais da região do Complexo Lagunar Sul também são responsáveis pelo aumento da escassez de peixes e camarões nas lagoas. O



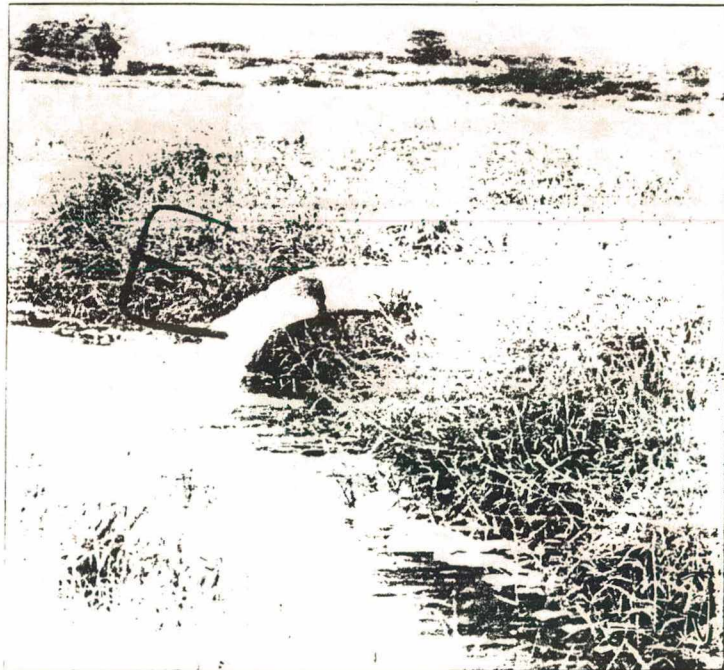
presidente da Colônia Z-14, de Laguna, Obadias Gonçalves Barreiros, confirma que no município a pesca e cada vez mais predatória no canal da Barra, por onde o peixe entra do mar para as lagoas. "Eles colocam lances de rede na entrada do canal, já na lagoa Santo Antônio, e pegam até o pescado miúdo. Se não fizerem isso não conseguem pescar mais nada, porque o peixe morre com a poluição das lavouras nas lagoas Mirim e Imarui e devido aos dejetos do carvão que descem o rio Tubarão. O que não dá para aceitar e culpar o pescador por tudo, que está fazendo isso para comer", explica Obadias.

Na comunidade de Ponta das Pedras - dentro da cidade de Laguna - os pescadores

profissionais vivem sem nenhum saneamento básico. Eles armam latrinas sobre a água da lagoa Santo Antônio, no costão de pedra onde a vila está localizada. O lixo é despejado direto na lagoa e as cenas de crianças brincando próximo aos dejetos se misturam com as de pescadores lançando tarrafas. "A culpa é da Prefeitura que não recolhe o nosso lixo", explica Paulo Pereira Estevão, 26 anos, admitindo que a solução de jogar os detritos na água é por relaxamento dos moradores. Já existem casos de pescadores que deixaram tudo para trás e foram tentar a vida em São Paulo.

CARVÃO. Depois de meia hora de viagem numa baieira, a partir de Laguna, chega-se a comunidade de Campos Verdes, as margens do canal que liga o rio Tubarão à lagoa Santo Antônio, que sobrevive da captura do camarão e de peixes. O pescador aposentado Benigno Fidelix, 62 anos, conta que quando desce pelo rio na água acida proveniente dos

Prova final



EDUARDO VASSEUR/DC/Laguna

As margens dos rios, canos trazem a água carregada de agrotóxicos das plantações

resíduos de carvão aparecem muitos peixes mortos.

Durante a realização do Tribunal da Água, em Florianópolis, promovido para

responsabilizar moralmente as empresas que poluem o meio ambiente, a Eletrosul e as empresas carboníferas Palermo e Barro Branco, a

São Domingos Comércio de Coque e a Carbonífera Treviso foram consideradas culpadas pela poluição do rio Tubarão.

Medidas concretas dão prazo a poluidores

Em abril deste ano a Federação dos Pescadores e Colônia de Pescadores de Laguna promoveram uma reunião com entidades governamentais e institucionais - Fatma, Ibama, Unisul, Epagri - para discutir uma ação conjunta e resolver as questões de poluição da Complexo Lagunar Sul. Como prioridade ficou acordado que os órgãos ambientais têm seis meses para exigir a sustação da poluição por parte das mineradoras, planejamento de agricultura que preserve as margens dos rios e lagoas através de um afastamento obrigatório e diminuição de uso de pesticidas.

Também será cobrado das prefeituras da região que definam em seus planos diretores, proibições de despejo de esgoto e lixo sólido nos rios e lagoas e um melhor planejamento das oportunidades econômicas para piscicultura, como o beneficiamento de peles de peixe, incentivo à produção de redes e redes. Obadias Barreiros explica que já começou uma campanha para a preservação do Complexo Lagunar junto às escolas, para conscientização dos alunos quanto a poluição. ■

Fonte: Jornal Diário Catarinense de 16/05/93 - pág. 36

▼ POLUIÇÃO NO SUL

Pescadores dão ultimato

Representante da colônia de Laguna disse que ninguém aguenta mais promessas vazias e que se não houver solução eles fecharão a 101

Agressão ambiental

LUCIANO ALMEIDA

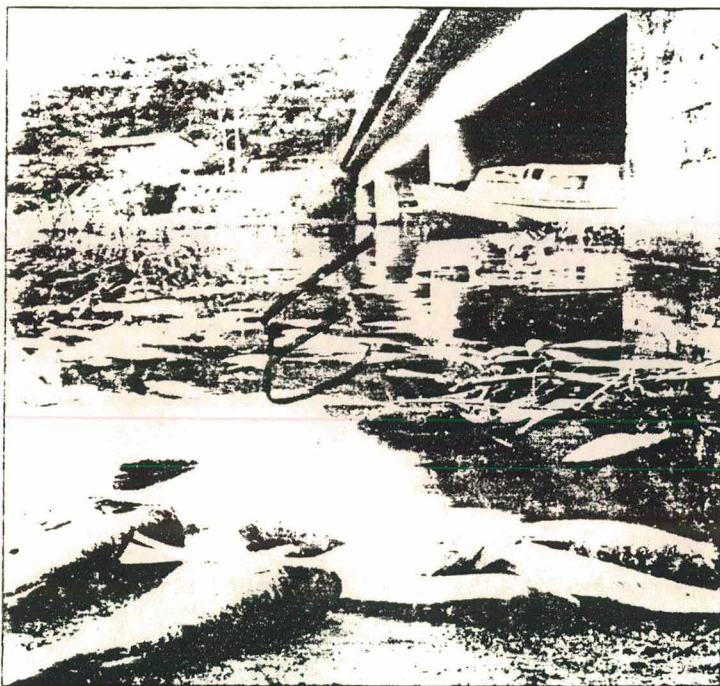
A CPE (Comissão Parlamentar Externa) da Assembleia Legislativa, criada para alertar sobre o descaso com que o Governo trata a pesca artesanal, recebeu durante seu primeiro encontro um aviso: os pescadores não acreditam mais em reuniões como a que se realizava na manhã de ontem, pois até agora elas não serviram para nada. Enquanto o presidente da comissão, deputado Noemi Cruz (PSDB), falava, o presidente da Colônia de Pescadores de Laguna, Obadias Barreiros, pediu a palavra para dar um ultimato aos deputados:

"Se em 10 dias nossas reivindicações quanto ao problema das famílias que estão passando fome por não poderem comer o peixe contaminado da lagoa Mirim (Imarui e Imbituba) não forem atendidas, vamos tomar uma atitude, pois chega de esperar por uma decisão

que venha de cima", disse.

Na saída, ele explicou que a categoria vai fechar a BR-101 até que a situação seja resolvida. Ele afirmou ainda que era a última reunião que participava se não fosse apresentada uma solução para o caso.

O deputado Cruz garantiu que a CPE obtinha resultados. "Primeiro vamos ouvir os setores envolvidos e alertar os Governos Federal e Estadual do problema que eles já conhecem. Depois, se não houver resultado, vamos para a rua protestar chamando os cara-pintadas para essa luta", garantiu. Segundo ele, até 7 de outubro, quando termina o prazo da CPE, os trabalhos estarão concluídos. A próxima etapa da comissão acontecerá em Itajaí, dia 3 de junho, numa reunião com representantes das indústrias de pesca. Os parlamentares também ouvirão os órgãos responsáveis pela pesca, como Ibama e Epagri.



Mortandade de peixes tem causado prejuízos a saúde e ao bolso dos pescadores

Falta de apoio torna atividade inviável

O presidente da Federação dos Pescadores de Santa Catarina, Ivo da Silva, anunciou durante a reunião da CPE da Pesca que os 5 mil trabalhadores do setor estão completamente abandonados pelos Governos Federal e Estadual. Sem linha de crédito para financiamentos, as frotas de barcos estão sucateadas e a pesca cada vez mais escassa por causa da poluição das águas lagunares e ação predatória de grandes pesqueiros industriais, que estão destruindo a cadeia alimentar marinha. "Os barcos atuneiros pegam perto da praia o peixe miúdo, que serve de alimento para os maiores e isso provoca a diminuição da quantidade de anchovas, corvinas e garoupas", explicou ele.

Falta uma legislação, segundo Silva, que defina as áreas de atuação dos pescadores artesanais e dos industriais. Além disso, criticou a intermediação dos atravessadores e deu como exemplo o preço da sardinha, que saiu do barco por Cr\$ 10 mil e chega a ser revendida no mercado por Cr\$ 50 mil - seis vezes mais.

Ivo também criticou a falta de estaleiros no litoral e cursos de formação para pescadores, como o de carpintaria naval. "A Fundação Catarinense de Trabalho realizou um curso de carpintaria naval com pescadores. Cinco deles estão desempregados, e os outros mais estão muito bem, mas que trabalhando em outros estados", informou.

Greve atrasa divulgação de análises

Além de um projeto de despoluição do Complexo Lagunar Sul, uma das principais reivindicações dos pescadores de Imbituba, Laguna e Imarui é a apresentação do laudo das análises feitas com material coletado na região pela Fatma. Se depender dessa at-

gência, a ameaça de fechar a BR-101 pode se concretizar no prazo de 10 dias. A diretora-geral da Fatma, Jucelia Cardoso Caetano, explicou que os resultados dos exames ainda não estão completos.

Segundo ela, foram enviadas amostras para a Ufrgs (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, para constatar se há presença de pesticidas na

lagoa - principal causa apontada pelas famílias de pescadores que ficaram intoxicadas ao comerem o pescado em Imarui. Mas a universidade entrou em greve e não se sabe quando os resultados ficarão prontos. Novas amostras serão enviadas para a Cetesb (Companhia de Saneamento Básico) de São Paulo.

Enquanto isso, a Udesc de Lages, que analisa a carne

de peixes coletados, também não apresentou os resultados dos exames, sendo que foi solicitado mais tempo para fazer novas coletas no local, o que deve ocorrer ainda hoje. Sobre o material analisado pela Fatma em Florianópolis, Jucelia disse que não pode revelar esses resultados, por serem incompletos.

Hoje pela manhã, a comissão formada na semana pas-

sada entre Secretaria de Agricultura, ratua e prefeituras da região realiza uma reunião em Imarui para definir o número de pessoas que receberão cestas básicas para resolver o problema das quase 5 mil famílias que vivem da pesca, nas localidades de Praia Vermelha e Nazare, e estão passando fome. O próximo passo da comissão depende dos exames da Fatma.



Fonte: Jornal Diário Catarinense de 25/05/93 - pág. 27

Imbituba tem água cortada pela Casan

Fornecimento é interrompido após constatação da existência de índices de agrotóxicos 12 vezes acima do permitido. Pescadores deram alerta

Imbituba - A Casan interrompeu ontem todo o fornecimento de água para o município. A medida foi tomada depois que exames realizados na água utilizada pela população, que é proveniente do rio Duna, indicaram índices 12 vezes maiores de agrotóxicos do que é permitido por lei. A constatação foi feita em recentes pesquisas realizadas pela autarquia.

Hoje haverá nova análise da água, que contendo esses índices de poluição pode provocar, entre outras doenças, o câncer de intestino. Ainda não existe nenhuma definição sobre quando o abastecimento de água na região vai normalizar. O problema foi denunciado, há cerca de três meses, pelos pescadores da região, mas nenhuma medida prática havia

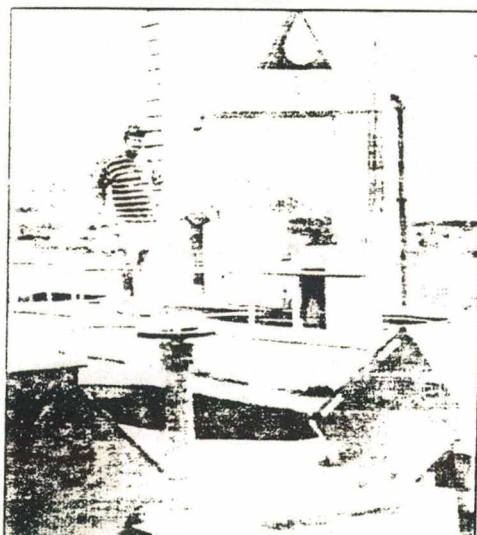
sido encaminhada.

De acordo com o presidente da Colônia de Pescadores de Imbituba, Abadia Gonçalves Barreiros, os maiores responsáveis pela poluição na região são os produtores de arroz. "Temos avisado as autoridades sobre as irregularidades cometidas pelos arrozeiros, mas até agora elas não levaram a sério as diversas advertências. Queremos ter acesso a esses laudos da Casan. Com base no que os exames apuraram vamos acionar judicialmente os produtores da região. Queremos ainda uma maior fiscalização do órgão competentes, como aqueles ligados à preservação do meio ambiente, o que atualmente praticamente não existe", observou Barreiros.

Fonte: Jornal Diário Catarinense de 27/10/94 - pág. 37

Normalizado abastecimento em Imbituba

Sem contaminação



TELEFOTO ULISSÉS JOB/DC/Imbituba
Água do reservatório não apresentava agrotóxicos

Imbituba - A Casan restabeleceu ontem o fornecimento de água em todo o município, após a população ficar mais de 24 horas sem água. O

corte havia sido determinado na tarde de segunda-feira porque em exames realizados nas águas do Rio D'Una, onde existe a rede de captação da Casan, foi constatada uma quantidade quase 20 vezes superior de agrotóxicos do que a permitida por lei. Com base nesses exames, a empresa determinou o corte da água para toda a rede, como medida preventiva.

A normalização do serviço foi possível com a realização de novos exames, mostrando que a água armazenada no reservatório da própria Casan não apresentava problemas. "Os

primeiros exames foram feitos antes da água receber tratamento. Na água do reservatório, os índices de contaminação estão dentro dos padrões, por isso liberamos seu fornecimento", explicou a chefe da agência da Casan no município, Lillian Menezes Moure Pereira.

Ontem pela manhã, técnicos da Fatma (Fundação do Meio Ambiente), de Florianópolis, estiveram na central de captação do Rio D'Una e colheram mais amostras da água. Esta será analisada para descobrir qual o tipo de agrotóxico existente. Nas margens do rio existem muitas plantações de arroz que podem ter causado a contaminação. "No período de outubro a dezembro, quando começa a plantação do arroz, nós redobramos nossa fiscalização para detectar problemas como este", informou Lillian.

Fonte: Jornal Diário

ANEXO 2

▼ SITUAÇÃO DE RISCO

Agrotóxicos vendidos sem controle

Para evitar comércio irregular dos produtos, o CREA aumenta a fiscalização. Agropecuária foi multada por vender sem receita

Qualquer pessoa pode comprar um produto agrotóxico. Por isso, o CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura) de Santa Catarina decidiu intensificar o controle na venda desses produtos no Estado. Ontem, os fiscais notificaram a agropecuária Sens, no município de São José, por ter vendido o defensivo Tordon 2.4 D sem receita de engenheiro agrônomo. O flagrante valeu uma multa de 320 UFIRs (cerca de CR\$ 370 mil). O gerente da loja afirmou que está providenciando a contratação de um agrônomo.

A partir de dados de uma pesquisa realizada pela Epagri e Fundacentro (órgão de educação em engenharia de segurança, ligado ao Ministério do Trabalho), o CREA/SC constatou que, dos 7.686 agricultores catarinenses entrevistados, quase a metade já foi intoxicada. No total, apenas 26,53% são orientados por algum profissional. Por determinação federal, agrotóxicos só podem ser vendidos mediante apresentação da receita do engenheiro agrônomo.

A lei também determina que as lojas tenham um

Flagra



JULIO CAVALHEIRO/DC

Fiscais fazem blitz e encontram irregularidades

agrônomo, único profissional habilitado a recomendar o produto para cada caso, analisando o clima, plantação e a praga. Segundo o presidente do Conselho,

Wilson Lang, a maioria das agropecuárias não cumpre a lei e muitas vezes é vendido um produto tóxico demais, colocando em risco o agricultor e o meio ambiente.

Fonte: Jornal Diário Catarinense de 08/06/94